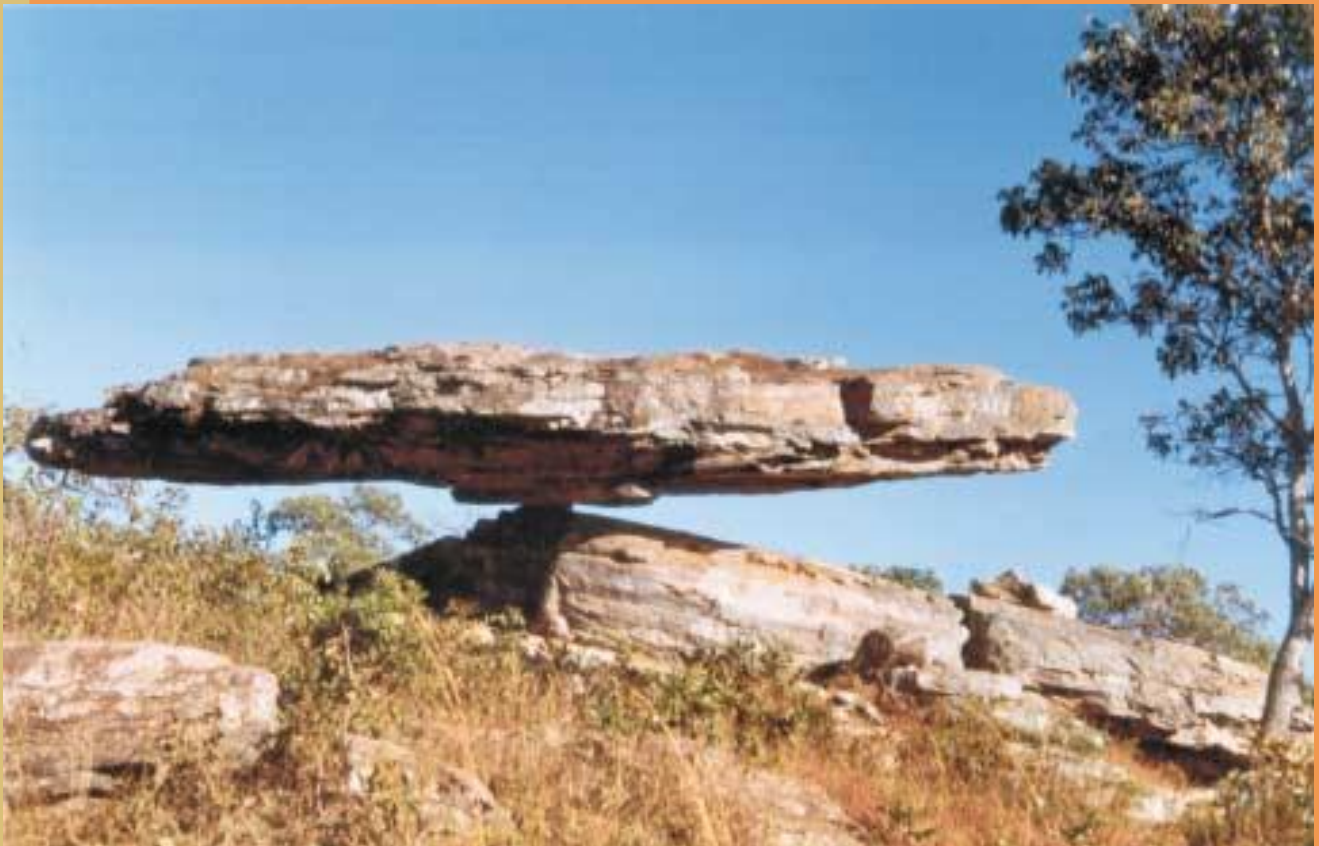


# Zoneamento Ecológico-Econômico da Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno

## FASE I



Volume 1

Geologia  
Geologia Estrutural  
Materiais para Construção Civil,  
Insumos Agrícolas e Outros Bens Minerais  
Formações Superficiais

2003



Ministério da Agricultura,  
Pecuária e Abastecimento



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA  
SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA  
CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO  
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – Embrapa

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL  
SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DO DESENVOLVIMENTO DO CENTRO-OESTE

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE  
SECRETARIA DE POLÍTICAS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO DA  
REGIÃO INTEGRADA DE DESENVOLVIMENTO  
DO DISTRITO FEDERAL E ENTORNO  
FASE I

VOLUME 1

GEOLOGIA  
GEOLOGIA ESTRUTURAL  
MATERIAIS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL,  
INSUMOS AGRÍCOLAS E OUTROS BENS MINERAIS  
FORMAÇÕES SUPERFICIAIS

2003

Z87

Zoneamento ecológico-econômico da região integrada de desenvolvimento do Distrito Federal e entorno: fase I. – Rio de Janeiro: CPRM.Serviço Geológico do Brasil; Embrapa; MI/SCO, 2003.  
3 v.: mapas ; 2 CD-Rom.

Conteúdo: v. 1 – Geologia, Geologia Estrutural, Materiais para Construção Civil, Insumos Agrícolas e outros Bens Minerais, e Formações Superficiais. v. 2 – Geomorfologia, Solos e Aptidão Agrícola das Terras. v. 3 – Levantamento Geoquímico, Estudos Hidrológicos, Hidrogeologia, Uso Atual e Cobertura Vegetal, Unidades de Conservação e Legislação, Mapa Geoambiental e Geoprocessamento.

CD-Rom: Formatos Acrobat, e SIG-ArcExplorer 2.0.

1. Ecologia – Brasília, DF. 2. Zoneamento Ecológico-Econômico – Brasília, DF. 3. Meio Ambiente. 4. Recursos Minerais. 5. Recursos Naturais. 6. Mapa Geoambiental. 7. Geoprocessamento. I. CPRM - Serviço Geológico do Brasil. II. Embrapa Solos. III. Embrapa Cerrados. IV. Brasil. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Extraordinária do Desenvolvimento do Centro-Oeste. V. Título.

CDD 333.7098174

## **MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA**

Dilma Vana Rousseff  
*Ministra de Estado*

Giles Carriconde Azevedo  
*Secretário de Minas e Metalurgia*

### **Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais CPRM – Serviço Geológico do Brasil**

Luiz Augusto Bizzi  
*Diretor-Presidente Interino*

Thales de Queiroz Sampaio  
*Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial*

Luiz Augusto Bizzi  
*Diretor de Geologia e Recursos Minerais*

Alfredo de Almeida Pinheiro Filho  
*Diretor de Administração e Finanças*

Paulo Antônio Carneiro Dias  
*Diretor de Relações Institucionais e  
Desenvolvimento*

### **Superintendência Regional de Goiânia**

Mario de Carvalho  
*Superintendente*

José Mário da Silva  
*Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial*

Jamilo José Thomé Filho  
*Supervisor de Hidrologia e Gestão Territorial*

### **Escritório Rio de Janeiro**

Cássio Roberto da Silva  
*Departamento de Gestão Territorial – DEGET*

Regina Celia Gimenez Armesto  
*Divisão de Gestão Territorial – DIGATE*

Frederico Cláudio Peixinho  
*Departamento de Hidrologia – DEHID*

Lígia Maria Nascimento de Araújo  
*Divisão de Hidrologia Aplicada – DIHAPI*

Sabino Orlando Loguércio  
*Departamento de Apoio Técnico – DEPAT*

Paulo Roberto Macedo Bastos  
*Divisão de Cartografia – DICART*

Valter Alvarenga Barradas  
*Divisão de Editoração Geral – DIEDIG*

Regilene Coutinho de Souza  
*Laboratório de Análises Minerais – LAMIN*

Gilberto Guimarães Da Vinha  
*Departamento de Informações  
Institucionais – DEINF*

Paulo Cesar de Azevedo Branco  
*Divisão de Geoprocessamento – DIGEOP*



**MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO**

Roberto Rodrigues  
*Ministro de Estado*

**EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – Embrapa**

Clayton Campanhola  
*Diretor-Presidente*

Mariza Marilena T. Luz Barbosa  
Gustavo Kaauark Chianca  
Herbert Cavalcante de Lima  
*Diretores Executivos*

Doracy Pessoa Ramos  
*Chefe Geral da Embrapa Solos*

Carlos Magno Campos da Rocha  
*Chefe Geral da Embrapa Cerrados*

**MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL**

Ciro Ferreira Gomes  
*Ministro de Estado*

Marcos Formiga  
*Secretário da Secretaria Extraordinária do Desenvolvimento do Centro-Oeste*

Antônio José Guerra  
*Secretário Executivo do Conselho Administrativo da  
Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno – COARIDE  
e  
Gerente da Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno – RIDE*

**MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE**

Marina Silva  
*Ministra de Estado*

Gilney Amorim Viana  
*Secretário de Políticas para o Desenvolvimento Sustentável*

## CRÉDITOS DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA DA CPRM:

### COORDENAÇÃO GERAL

*Cássio Roberto da Silva*

### SUPERVISÃO

*Jamilo José Thomé Filho*

### CHEFIA DO PROJETO

*Gilberto Scislewski*

### COMPATIBILIZAÇÃO TEMÁTICA

*Regina Célia Gimenez Armesto*

*Colaboração: Vítório Orlandi Filho*

*Douglas Trainini*

### GEOLOGIA

**Texto:** *Gilberto Scislewski*

*Vanderlei Antônio de Araújo*

**Mapa:** *Gilberto Scislewski*

*Antônio Augusto Soares Frasca*

*Vanderlei Antônio de Araújo*

*Joseneusa Brilhante Rodrigues*

*Hélio Silveira Gonçalves*

### MATERIAIS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL, INSUMOS AGRÍCOLAS E OUTROS BENS MINERAIS

**Texto e Mapa:** *Gilberto Scislewski*

**Levantamentos de Campo:** *Gilberto Scislewski*

*Homero Araújo Neto*

### FORMAÇÕES SUPERFICIAIS

**Texto:** *Gilberto Scislewski*

**Mapa:** *Gilberto Scislewski*

*Antônio Augusto Soares Frasca*

*Vanderlei Antônio de Araújo*

## **GEOMORFOLOGIA**

**Texto e Mapa:** *Marcelo Eduardo Dantas*

**Colaboração:** *Gilberto Scislewski*  
*Jamilo José Thomé Filho*

## **LEVANTAMENTO GEOQUÍMICO**

**Texto:** *Eric Santos Araújo*

**Mapa:** *Eric Santos Araújo*

*Eronilton de Moraes Cavalcante*

**Amostragem:** *Eronilton de Moraes Cavalcante*

*João Rocha de Assis*

*Claudionor Francisco de Souza*

**Colaboração:** *Gilberto José Machado*

*Fernanda Gonçalves da Cunha*

## **ESTUDOS HIDROLÓGICOS**

**Texto e Mapa:** *Marco Antonio Correntino da Cunha*

**Levantamentos de Campo:** *Marco Antonio Correntino da Cunha*

*José Estevão de Farias*

*Paulo Roberto Rosa da Silva*

*Ruimar de Tarcio Agapito*

**Supervisão Temática:** *Lígia Maria Nascimento de Araújo*

**Colaboração:** *Ivete Souza de Almeida*

## **HIDROGEOLOGIA**

**Texto e Mapa:** *Jamilo José Thomé Filho*

**Banco de Dados:** *Thomaz Edson de Vasconcelos*

**Cadastramento de Poços:** *Thomaz Edson de Vasconcelos*

*Franklin Moraes*

**Colaboração:** *Eronilton de Moraes Cavalcante*

## **USO ATUAL E COBERTURA DO SOLO**

**Processamento Digital de Imagens:** *Patrícia Duringer Jacques*

*Erika Leão de Aquino Barbosa*

*Patrícia Almeida Magalhães*

**Texto:** *Patrícia Duringer Jacques*

*Erika Leão de Aquino Barbosa*

*Patrícia Almeida Magalhães*

*Gilberto Scislewski*

*Jorge Araújo de Souza Lima – Embrapa Solos*

**Campo:** *Gilberto Scislewski*

*Antônio Augusto Soares Frasca*

*Vanderlei Antônio de Araújo*

*Jorge Araújo de Souza Lima – Embrapa Solos*

**Supervisão Temática:** *Paulo Cesar de Azevedo Branco*

*Jorge Pimentel*

**Colaboração:** *Paulo Emílio Motta – Embrapa Solos*

*Uebi Jorge Naime – Embrapa Solos*

## **UNIDADES DE CONSERVAÇÃO E LEGISLAÇÃO**

**Texto:** *Gilberto Scislewski*

**Mapa:** *Jorge Pimentel*

**Colaboração:** *Regina Celia Gimenez Armesto*  
*Marcelo Eduardo Dantas*

## **MAPA GEOAMBIENTAL**

**Texto e Mapa:** *Douglas Roberto Trainini*

*Vitório Orlandi Filho*

**Colaboração:** *Éder de Souza Martins – CPAC Embrapa*  
*Gilberto Scislewski*  
*Jamilo José Thomé Filho*  
*Marcelo Eduardo Dantas*  
*Paulo Emilio F. da Motta*

**Digitalização e Editoração:** *Vitório Orlandi Filho*  
*Douglas Roberto Trainini*  
*Rui Arão Rodrigues*

**Supervisão de Edição:** *Luís Edmundo Giffoni*

## **GEOPROCESSAMENTO**

**Sistema de Informações Geográficas –**

**SIG's SpansGIS e ArcView 3.2:** *Jorge Pimentel*

*Paulo Cesar de Azevedo Branco*

**Bases de Dados Temáticas:** *Jorge Pimentel*

**Colaboração:** *Patrícia Durringer Jacques*

*Carlos Fernando Nogueira Cabral*

**Organização e Elaboração do**

**Atlas Digital no ArcExplorer:** *Ivete Souza de Almeida*

**Colaboração:** *Elaine de Souza Cerdeira*

**Processamento Digital de Imagens:** *Patrícia Durringer Jacques*  
*Erika Leão de Aquino Barbosa*  
*Patrícia Almeida Magalhães*

**Supervisão Temática:** *Paulo Cesar de Azevedo Branco*

## **DIGITALIZAÇÃO E EDITORAÇÃO CARTOGRÁFICA**

*Paulo Roberto Macedo Bastos*

*Wilhelm Petter de F. Bernard*

*Marília S. Salinas do Rosário*

*Maria Luiza Poucinho*

*Luiz Claudio Ferreira*

*Afonso de S. Lobo*

*José Carlos Ferreira da Silva*

*João Carlos de Souza Albuquerque*

*Risonaldo Pereira da Silva*

*José Pacheco Rabelo*

*Leila Maria Rosa de Alcântara*

*Marco Antônio de Souza*

**Conversão de Dados:** *Luiz Claudio Ferreira*

*Paulo Ricardo Almeida Sampaio*

**Colaboração:** *Helena Soares Zanetti Eyben*

*Luiz Carlos de Melo*

**DIAGRAMAÇÃO, EDITORAÇÃO DE TEXTO E DESIGN**

*Valter Alvarenga Barradas  
Agmar Alves Lopes  
Hélio Tomassini de O. Filho  
Laura Maria Rigoni Dias  
Pedro da Silva  
Sandro José Castro  
Sérgio Arthur Giaquinto*

**CRÉDITOS DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA DA EMBRAPA:**

**COORDENAÇÃO GERAL**

*Celso Vainer Manzatto – Embrapa Solos*

**SOLOS**

*Paulo Emílio F. da Motta  
Uebi J. Naime  
Amaury de C. Filho  
Adriana Reatto  
Éder de Souza Martins*

**APTIDÃO AGRÍCOLA**

*Uebi J. Naime  
Paulo Emílio F. da Motta  
Amaury de C. Filho  
Adriana Reatto  
Éder de Souza Martins  
Jorge A. S. Lima*

**GEOPROCESSAMENTO**

*Ronaldo Pereira de Oliveira*

**DIGITALIZAÇÃO E EDITORAÇÃO CARTOGRÁFICA**

*José da Silva Souza*

# SUMÁRIO

---

## VOLUME 1

### APRESENTAÇÃO

1 INTRODUÇÃO . . . . .	1
2 GEOLOGIA . . . . .	9
2.1 Introdução . . . . .	9
2.2 Descrição das Unidades . . . . .	9
2.2.1 Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu . . . . .	9
2.2.2 Associação Ortognáissica Migmatítica (P 1) . . . . .	10
2.2.3 Seqüência Metavulcanossedimentar Rio do Peixe (Mrp) . . . . .	10
2.2.4 Metaultramafito Tipo Morro Feio (M ) . . . . .	11
2.2.5 Grupo Araxá - Unidade B (MaB) . . . . .	11
2.2.6 Grupo Canastra . . . . .	11
2.2.7 Grupo Paranoá . . . . .	12
2.2.8 Grupo Ibiá – Formação Rio Verde (Nrv) . . . . .	13
2.2.9 Granitos Sintectônicos - Granitos Tipo Aragoiânia -Alexânia (N 1ar) . . . . .	13
2.2.10 Grupo Bambuí . . . . .	14
2.2.11 Coberturas Detrito-lateríticas Terciário-Quaternária (TQdl) . . . . .	14
2.2.12 Cobertura Arenosa Indiferenciada (QPi) . . . . .	15
2.2.13 Aluviões Holocênicas (QHa) . . . . .	15
2.3 Bibliografia . . . . .	15
3 GEOLOGIA ESTRUTURAL . . . . .	19
3.1 Introdução. . . . .	19
3.2 Seqüência de Eventos . . . . .	19
3.3 Elementos Estruturais. . . . .	20
3.4 Interpretação Estrutural das Feições de Interesse Hidrogeológico . . . . .	21
3.5 Bibliografia . . . . .	22
4 MATERIAIS PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL, INSUMOS AGRÍCOLAS E OUTROS	
BENS MINERAIS . . . . .	25
4.1 Introdução. . . . .	25
4.2 Materiais para a Construção Civil e Insumos Agrícolas no Distrito Federal e	
Entorno – (Área do Projeto ZEE RIDE – Fase I). . . . .	25
4.2.1 Situação dos Direitos Minerários na Área . . . . .	25
4.2.2 Descrição das Ocorrências . . . . .	26
4.2.2.1 Areias e Cascalhos Aluvionares . . . . .	26

4.2.2.1.1 Areias Finas . . . . .	26
4.2.2.1.2 Areia Grossa e Cascalho . . . . .	27
4.2.2.1.3 Método de Lavra . . . . .	27
4.2.2.1.4 Impactos Ambientais . . . . .	34
4.2.2.1.5 Recomendações . . . . .	34
4.2.2.2 Areia de Quartzito (Areia Lavada) . . . . .	35
4.2.2.2.1 Método de Lavra . . . . .	35
4.2.2.2.2 Impactos Ambientais . . . . .	36
4.2.2.2.3 Recomendações . . . . .	36
4.2.2.3 Areia Saibrosa e Saibro . . . . .	36
4.2.2.3.1 Método de Lavra . . . . .	37
4.2.2.3.2 Impactos Ambientais . . . . .	37
4.2.2.3.3 Recomendações . . . . .	37
4.2.2.4 Argila . . . . .	37
4.2.2.4.1 Método de Lavra . . . . .	38
4.2.2.4.2 Impactos Ambientais . . . . .	38
4.2.2.4.3 Recomendações . . . . .	38
4.2.2.5 Rochas Carbonáticas – Calcários . . . . .	38
4.2.2.5.1 Método de Lavra . . . . .	39
4.2.2.5.2 Impactos Ambientais . . . . .	39
4.2.2.5.3 Recomendações . . . . .	41
4.2.2.6 Granitos . . . . .	41
4.2.2.7 Lateritas – Cascalho Laterítico . . . . .	41
4.2.2.7.1 Método de Lavra . . . . .	42
4.2.2.7.2 Impactos Ambientais . . . . .	42
4.2.2.7.3 Recomendações . . . . .	42
4.2.2.8 Quartzito – Pedra-de-Talhe (Pedra de Pirenópolis) . . . . .	42
4.2.2.8.1 Método de Lavra . . . . .	42
4.2.2.8.2 Impactos Ambientais . . . . .	43
4.2.2.8.3 Recomendações . . . . .	43
4.2.2.9 Xisto – Brita . . . . .	43
4.2.2.9.1 Método de Lavra . . . . .	43
4.2.2.9.2 Impactos Ambientais . . . . .	43
4.2.2.9.3 Recomendações . . . . .	43
4.3 Outros Bens Minerais . . . . .	44
4.3.1 Descrição das Ocorrências . . . . .	44
4.3.1.1 Água Mineral . . . . .	44
4.3.1.2 Ouro . . . . .	44
4.3.1.3 Cristal-de-Rocha . . . . .	44
4.3.1.4 Rutilo . . . . .	49
4.3.1.5 Chumbo . . . . .	49
4.4 Bibliografia . . . . .	49
<b>5 FORMAÇÕES SUPERFICIAIS – SUBSÍDIOS PARA PLANEJAMENTO . . . . .</b>	<b>51</b>
5.1 Introdução . . . . .	51
5.2 Definição e Análise Teórico-Conceitual . . . . .	51
5.3 Características Gerais dos Domínios . . . . .	52
5.4 Ocupação Urbana . . . . .	52
5.4.1 Características a Serem Consideradas . . . . .	52

5.4.2 Problemas Constatados . . . . .	53
5.4.3 Recomendações . . . . .	53
5.5 Uso Agropecuário . . . . .	54
5.5.1 Características a Serem Consideradas . . . . .	54
5.5.2 Problemas Constatados . . . . .	55
5.5.3 Recomendações . . . . .	55
5.6 Implantação de Obras Viárias . . . . .	56
5.6.1 Características a Serem Consideradas . . . . .	56
5.6.2 Problemas Constatados . . . . .	56
5.6.3 Recomendações . . . . .	56
5.7 Disposição de Rejeitos . . . . .	57
5.7.1 Características a Serem Consideradas e Recomendações . . . . .	57
5.7.2 Critérios Recomendados para a Seleção de Áreas para a Implantação de Aterros Sanitários . . . . .	57
5.8 Bibliografia . . . . .	58

MAPAS TEMÁTICOS:

- Geológico
- Materiais para Construção Civil, Insumos Agrícolas e Outros Bens Minerais
- Formações Superficiais

## VOLUME 2

### APRESENTAÇÃO

### INTRODUÇÃO

6 GEOMORFOLOGIA . . . . .	1
6.1 Introdução . . . . .	1
6.2 Metodologia . . . . .	2
6.3 Caracterização Geomorfológica . . . . .	3
6.3.1 Aspectos Geoecológicos . . . . .	3
6.3.2 Condicionantes Litoestruturais, Intemperismo e Formas de Relevo . . . . .	5
6.3.3 O Papel das Couraças Detrítico-Lateríticas na Compartimentação do Relevo . . . . .	5
6.3.4 As Superfícies de Aplainamento e Evolução Geomorfológica da Paisagem . . . . .	7
6.4 Caracterização e Descrição Analítica das Unidades Geomorfológicas . . . . .	11
6.4.1 Alinhamentos Serranos . . . . .	11
6.4.1.1 Serra dos Pireneus . . . . .	11
6.4.2 Planaltos Retocados . . . . .	12
6.4.2.1 Planalto do Distrito Federal . . . . .	12
6.4.2.2 Planalto do Alto Rio Preto . . . . .	13
6.4.2.3 Planalto do Alto Rio São Marcos . . . . .	14
6.4.2.4 Patamares do Planalto do Distrito Federal . . . . .	15
6.4.2.5 Chapada das Covas . . . . .	16
6.4.2.6 Chapada do Canta-Galo . . . . .	17



6.4.3 Planaltos Dissecados . . . . .	17
6.4.3.1 Planalto do Alto Rio Maranhão. . . . .	18
6.4.3.2 Planalto do Alto Tocantins-Paranaíba . . . . .	19
6.4.4 Depressões Intermontanas . . . . .	21
6.4.4.1 Depressão Intermontana do Rio Verde . . . . .	22
6.4.5 Escarpas Erosivas. . . . .	23
6.4.5.1 Escarpa da Depressão do Rio Verde . . . . .	23
6.4.6 Vales Encaixados . . . . .	23
6.4.6.1 Vale Encaixado do Rio São Bartolomeu . . . . .	24
6.4.6.2 Vale Encaixado do Rio Corumbá . . . . .	25
6.4.7 Domos Estruturais. . . . .	26
6.4.7.1 Domo de Cristalina . . . . .	26
6.5 Considerações Finais e Aspectos Sócio-Ambientais . . . . .	26
6.5.1 Serra dos Pireneus . . . . .	27
6.5.2 Planalto do Distrito Federal . . . . .	27
6.5.3 Planalto do Alto Rio Preto . . . . .	27
6.5.4 Planalto do Alto Rio São Marcos. . . . .	27
6.5.5 Patamares do Planalto do Distrito Federal. . . . .	28
6.5.6 Chapada das Covas . . . . .	28
6.5.7 Chapada do Canta-Galo. . . . .	28
6.5.8 Planalto do Alto Rio Maranhão . . . . .	28
6.5.9 Planalto do Alto Tocantins-Paranaíba . . . . .	28
6.5.10 Depressão Intermontana do Rio Verde. . . . .	28
6.5.11 Escarpa da Depressão do Rio Verde . . . . .	29
6.5.12 Vale Encaixado do Rio São Bartolomeu . . . . .	29
6.5.13 Vale Encaixado do Rio Corumbá . . . . .	29
6.5.14 Domo de Cristalina . . . . .	29
6.6 Bibliografia . . . . .	29
7 SOLOS . . . . .	33
7.1 Introdução. . . . .	33
7.2 Metodologia . . . . .	33
7.2.1 Procedimentos Gerais. . . . .	33
7.2.2 Critérios para Estabelecimento e Subdivisão das Classes de Solos e Fases de Unidades de Mapeamento. . . . .	33
7.3 Resultados . . . . .	39
7.4 Conclusões . . . . .	39
7.5 Bibliografia . . . . .	53
8 APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS . . . . .	55
8.1 Introdução. . . . .	55
8.2 O Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras . . . . .	55
8.2.1 Níveis Tecnológicos . . . . .	55
8.2.2 Categorias do Sistema . . . . .	56
8.2.2.1 Grupos de Aptidão Agrícola . . . . .	56
8.2.2.2 Subgrupos de Aptidão Agrícola . . . . .	56
8.2.2.3 Classes de Aptidão Agrícola. . . . .	56
8.2.2.3.1 Classe Boa . . . . .	57
8.2.2.3.2 Classe Regular . . . . .	57

8.2.2.3.3 Classe Restrita . . . . .	57
8.2.2.3.4 Classe Inapta . . . . .	57
8.2.3 Simbolização . . . . .	57
8.2.4 Convenções Adicionais . . . . .	58
8.3 Classificação da Aptidão Agrícola . . . . .	58
8.3.1 Análise das Condições Agrícolas das Terras . . . . .	58
8.3.2 Estabelecimento das Classes de Aptidão Agrícola . . . . .	60
8.4 Métodos de Trabalho . . . . .	62
8.5 Aptidão Agrícola das Terras . . . . .	62
8.5.1 Classes de Aptidão Agrícola de Acordo com a Legenda de Identificação dos Solos . . . . .	62
8.5.2 Identificação das Classes de Aptidão Agrícola da Terra. . . . .	78
8.5.2.1 Descrição dos Subgrupos de Aptidão Agrícola . . . . .	78
8.6 Bibliografia . . . . .	80

MAPAS TEMÁTICOS:

- Geomorfológico
- Reconhecimento de Baixa Intensidade de Solos
- Aptidão Agrícola das Terras

## VOLUME 3

### APRESENTAÇÃO

### INTRODUÇÃO

9 LEVANTAMENTO GEOQUÍMICO . . . . .	1
9.1 Introdução . . . . .	1
9.2 Objetivo. . . . .	2
9.3 Métodos e Materiais . . . . .	2
9.3.1 No Campo . . . . .	2
9.3.2 No Laboratório . . . . .	3
9.4 Controle de Qualidade . . . . .	4
9.5 Tratamento Estatístico . . . . .	4
9.6 Resultados Obtidos. . . . .	5
9.6.1 Sedimentos de Corrente . . . . .	5
9.6.2 Água . . . . .	5
9.7 Interpretação e Discussão dos Resultados . . . . .	10
9.7.1 Aspectos Geológicos . . . . .	10
9.7.1.1 Aplicações à Prospecção Geoquímica . . . . .	11
9.7.1.2 Aplicações no Mapeamento Geológico . . . . .	25
9.7.1.3 Aplicações ao Meio Ambiente. . . . .	25
9.8 Comportamento dos Elementos/Ions Seleccionados e sua Interpretação . . . . .	31
9.9 Considerações Finais . . . . .	34
9.10 Conclusões e Recomendações . . . . .	39
9.11 Bibliografia . . . . .	39

10 ESTUDOS HIDROLÓGICOS . . . . .	41
10.1 Principais Cursos D'Água . . . . .	41
10.2 Caracterização Pluviométrica . . . . .	41
10.2.1 Máximo Percentual de Contribuição (MPC) . . . . .	41
10.2.1.1 Precipitações Máximas de 1 Dia de Duração para Diferentes Tempos de Retorno . . . . .	43
10.2.2 Equações de Chuvas Intensas. . . . .	43
10.3 Caracterização Climática . . . . .	45
10.3.1 Temperatura do Ar. . . . .	45
10.3.2 Evaporação . . . . .	45
10.3.3 Umidade Relativa do Ar . . . . .	45
10.3.4 Balanço Hídrico . . . . .	46
10.3.5 Isoietas Totais Anuais . . . . .	46
10.4 Escoamento Superficial. . . . .	49
10.4.1 Curva de Permanência de Vazões . . . . .	51
10.4.2 Curva de Recessão . . . . .	52
10.4.3 Vazões Medidas na Área do Projeto . . . . .	52
10.4.4 Parâmetros de Qualidade de Água e Concentração de Sedimentos . . . . .	55
10.5 Balanço Hidrológico Anual . . . . .	56
10.6 Conclusões e Recomendações . . . . .	56
10.6.1 Sugestão de Locais para Instalação de Estações Fluviométricas . . . . .	59
10.6.2 Sugestão de Locais para Monitoramento da Qualidade de Água . . . . .	59
10.7 Bibliografia . . . . .	60

## ANEXO A – DADOS HIDROLÓGICOS

11 HIDROGEOLOGIA . . . . .	61
11.1 Introdução . . . . .	61
11.2 Metodologia. . . . .	62
11.3 Compartimentação Hidrogeológica . . . . .	63
11.3.1 Domínio Poroso . . . . .	63
11.3.1.1 Aluvionar . . . . .	63
11.3.1.2 Coberturas Cenozóicas . . . . .	64
11.3.2 Domínio Fraturado. . . . .	64
11.3.2.1 Rochas Cristalinas . . . . .	64
11.3.2.2 Araxá . . . . .	65
11.3.2.3 Grupo Bambuí . . . . .	65
11.3.2.4 Grupo Canastra . . . . .	66
11.3.2.5 Paranoá 3 . . . . .	66
11.3.2.6 Paranoá 4 . . . . .	67
11.4 Características Hidroquímicas . . . . .	68
11.5 Vulnerabilidade dos Aquíferos . . . . .	69
11.6 Uso da Água . . . . .	70
11.7 Conclusão . . . . .	71
11.8 Bibliografia . . . . .	72

## ANEXO I – CATÁLOGO DE ANÁLISES QUÍMICAS DA ÁGUA DOS POÇOS

## ANEXO II – CATÁLOGO DOS POÇOS

12 USO ATUAL E COBERTURA DO SOLO . . . . .	73
12.1 Introdução . . . . .	73
12.2 Metodologia. . . . .	73
12.3 Classes de Uso e Cobertura do Solo . . . . .	74
12.3.1 Áreas Reflorestadas . . . . .	74
12.3.2 Áreas de Campo Limpo ou Campo Cerrado . . . . .	75
12.3.3 Cerradões e Matas. . . . .	76
12.3.4 Mata Ciliar ou Mata Galeria . . . . .	76
12.3.5 Pivô Central . . . . .	77
12.3.6 Núcleos Urbanos . . . . .	77
12.3.7 Vegetação Nativa Substituída . . . . .	77
12.3.8 Reservatórios e Açudes . . . . .	78
12.4 Conclusões . . . . .	78
12.5 Bibliografia . . . . .	78
13 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO E LEGISLAÇÃO . . . . .	79
13.1 Introdução . . . . .	79
13.2 Unidades de Conservação . . . . .	79
13.3 Tipos de Unidades de Conservação . . . . .	79
13.3.1 APAs – Áreas de Proteção Ambiental . . . . .	79
13.3.1.1 APA do Rio São Bartolomeu . . . . .	79
13.3.1.2 APA do Rio Descoberto . . . . .	79
13.3.1.3 APA das Bacias do Gama e Cabeça de Veado . . . . .	80
13.3.1.4 APA de Cafuringa . . . . .	80
13.3.1.5 APA do Lago Paranoá . . . . .	80
13.3.1.6 APA do Planalto Central/DF . . . . .	80
13.3.1.7 APA da Serra dos Pireneus . . . . .	80
13.3.2 ARIEs - Áreas de Relevante Interesse Ecológico . . . . .	80
13.3.2.1 ARIE do Paranoá Sul. . . . .	81
13.3.2.2 ARIE Capetinga-Taquara . . . . .	81
13.3.2.3 ARIE dos Córregos Taguatinga-Cortado . . . . .	81
13.3.2.4 ARIE Santuário de Vida Silvestre do Riacho Fundo . . . . .	81
13.3.2.5 ARIE do Cerradão . . . . .	81
13.3.2.6 ARIE Parque Juscelino Kubitschek. . . . .	81
13.3.2.7 ARIE da Granja do Ipê . . . . .	81
13.3.3 RE – Reservas Ecológicas . . . . .	81
13.3.3.1 Reserva Ecológica do IBGE . . . . .	82
13.3.3.2 Reserva Ecológica do Guará . . . . .	82
13.3.3.3 Reserva Ecológica do Gama . . . . .	82
13.3.3.4 Reservas Ecológicas no Lago Paranoá . . . . .	82
13.3.4 EE ou ESEC - Estações Ecológicas . . . . .	82
13.3.4.1 Estação Ecológica de Águas Emendadas . . . . .	82
13.3.4.2 Estação Ecológica do Jardim Botânico . . . . .	82
13.3.4.3 Estação Ecológica da Universidade de Brasília . . . . .	83
13.3.5 APM – Áreas de Proteção de Mananciais . . . . .	83
13.3.6 Jardins Zoológicos. . . . .	83
13.3.6.1 Jardim Zoológico de Brasília . . . . .	83

13.3.7 Parques Nacionais – Estaduais – Municipais . . . . .	83
13.3.7.1 Parque Nacional de Brasília . . . . .	83
13.3.7.2 Parque Estadual da Serra de Pirenópolis. . . . .	83
13.3.8 Parques Urbanos . . . . .	83
13.3.8.1 Parque Ecológico Norte . . . . .	84
13.3.8.2 Parque da Cidade . . . . .	84
13.3.8.3 Parque Boca da Mata . . . . .	84
13.3.8.4 Parque do Guará . . . . .	84
13.3.8.5 Parque Veredinha . . . . .	84
13.3.8.6 Parque do Rio Descoberto . . . . .	84
13.3.8.7 Parque Olhos d'Água. . . . .	84
13.3.8.8 Parque Três Meninas . . . . .	84
13.3.8.9 Parque São Sebastião . . . . .	84
13.3.8.10 Parque do Paranoá . . . . .	84
13.3.8.11 Parque Areal . . . . .	84
13.3.8.12 Parque dos Jequitibás . . . . .	85
14 MAPA GEOAMBIENTAL. . . . .	87
14.1 Introdução . . . . .	87
14.2 Metodologia. . . . .	87
14.3 Nota Explicativa da Legenda . . . . .	88
14.3.1 Domínios Geoambientais . . . . .	88
14.3.2 Unidades Geoambientais . . . . .	88
14.3.3 Características. . . . .	88
14.3.4 Potencial Mineral Hidrogeológico, Agropecuário e Geoturístico. . . . .	88
14.3.5 Restrições às Intervenções Antrópicas . . . . .	89
14.3.5.1 Ocupação Urbana . . . . .	89
14.3.5.2 Obras Enterradas e Obras Viárias . . . . .	89
14.3.5.3 Disposição de Rejeito . . . . .	89
14.3.5.4 Agropecuária. . . . .	89
14.3.6 Aspectos Ambientais e Recomendações . . . . .	89
14.3.7 Altos Potencialmente Difusores de Poluição. . . . .	89
14.3.8 Alinhamento Estruturais – Provável Neotectônica . . . . .	90
14.3.9 Drenagens Poluídas . . . . .	90
14.3.10 Considerações Finais e Recomendações . . . . .	90
14.3.11 Bibliografia . . . . .	91
15 GEOPROCESSAMENTO . . . . .	93
15.1 Introdução . . . . .	93
15.2 Metodologia. . . . .	93
15.3 Atlas Digital . . . . .	93
15.3.1 Dados Digitais e Bases de Dados . . . . .	95
15.4 Instalação do ArcExplorer. . . . .	95

## ANEXO – ATLAS DIGITAL – ARCEXPLORER 2.0

- Aptidão Agrícola das Terras
- Base Cartográfica
- Formações Superficiais
- Fusão MDT\_IMAGEM LANDSAT
- Geoambiental
- Geologia
- Geomorfologia
- Geoquímica
- Hidrogeologia
- Hidrologia
- Prioridade de Ações
- Recursos Minerais
- Solos
- Uso Atual do Solo e Cobertura Vegetal
- Vulnerabilidade dos Aquíferos

## MAPAS TEMÁTICOS:

- Levantamento Geoquímico
- Rede Hidrometeorológica
- Hidrogeológico
- Uso Atual do Solo, Cobertura Vegetal e Unidades de Conservação
- Geoambiental

## APRESENTAÇÃO

---

Os recursos minerais, solo, água e a biota, que compõem a Terra, estão organizados em ecossistemas que oferecem uma grande variedade de serviços essenciais para manutenção da integridade dos sistemas que sustentam a vida e a capacidade produtiva do meio ambiente.

As crescentes necessidades humanas e a expansão das atividades econômicas estão exercendo pressão cada vez maior sobre os recursos naturais, criando competição e conflitos, tendo, em geral, como resultado, o uso impróprio da aptidão natural da terra.

Para o uso adequado da terra é necessário uma abordagem integrada dos meios, físico, biótico, socioeconômico e cultural, pois a sobrevivência da humanidade dependerá, no milênio, da nossa capacidade de entender os princípios básicos da ecologia, como: interdependência, reciclagem, parceria, flexibilidade, diversidade e, como consequência de todos estes, a busca do desenvolvimento sustentável.

Diante da necessidade de prover a sociedade brasileira e, sobretudo, seus governantes, de informações técnicas que sintetizassem as aptidões sustentáveis dos geossistemas e sistemas antrópicos que compõem o território nacional, o governo brasileiro, através da SAE, constituiu, em 1989, um comitê, com representantes de todos os ministérios da República, para formular as bases de uma metodologia brasileira para o ordenamento territorial nacional. A partir de então, a metodologia vem sendo consolidada e servindo de base para vários estados da federação elaborarem os seus ZEEs.

Em dezembro de 2001, através de decreto presidencial foi reinstituída a Comissão Coordenadora do Zoneamento Ecológico-Econômico do Território Nacional e a criação do Grupo de Trabalho Permanente para a execução do Zoneamento Ecológico-Econômico, denominado de Consórcio ZEE – Brasil, representado pelo Ministério do Meio Ambiente, Ministério da Integração Nacional, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM, Fundação Instituto Bra-

sileiro de Geografia e Estatística – IBGE, Fundação Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, Agência Nacional de Águas – ANA e Instituto Brasileiro de Pesquisas Espaciais – INPE.

Nesse contexto, a partir de julho de 2002, deu-se início ao Projeto Zoneamento Ecológico-Econômico da Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno – Fase I (ZEE RIDE – Fase I), desenvolvido pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM e pela Embrapa Cerrados e Embrapa Solos, constando da elaboração dos seguintes temas: geologia, geomorfologia, recursos hídricos, solos, aptidão agrícola, formações superficiais, geoquímica, uso atual do solo e cobertura vegetal/unidades de conservação, materiais para a construção civil/insumos agrícolas e outros recursos minerais. Os mapas relativos aos referidos temas estão na escala 1:250.000 e abrangem uma área de 24.550km<sup>2</sup>, correspondente à Fase I do Projeto ZEE-RIDE.

O Projeto ZEE RIDE – Fase I, incluído no Programa de Gestão Política de Desenvolvimento Urbano, Ação Levantamento de Informações para a Gestão Territorial do Programa Plurianual do Governo Federal, 2000-2003, contou com a parceria institucional da Secretaria Extraordinária do Desenvolvimento do Centro-Oeste – SCO do Ministério da Integração Nacional – MI, do Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura – IICA, da Fundação de Ciências, Aplicações e Tecnologia Espaciais – FUNCATE, da Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMARH do Distrito Federal, da Secretaria de Políticas para o Desenvolvimento Sustentável – SDS do Ministério do Meio Ambiente – MMA e do Consórcio ZEE-Brasil.

Para a divulgação, os relatórios e mapas temáticos foram organizados três volumes, a saber:

Volume 1 - Geologia; Geologia Estrutural; Materiais para Construção Civil, Insumos Agrícolas e Outros Bens Minerais; e Formações Superficiais – Subsídios para Planejamento. Mapa Geológico; Mapa de Materiais para Construção Civil,

Insumos Agrícolas e Outros Bens Minerais; e Mapa de Formações Superficiais.

Volume 2 - Geomorfologia; Solos; e Aptidão Agrícola das Terras. Mapa Geomorfológico; Mapa de Reconhecimento de Baixa Intensidade de Solos; e Mapa de Aptidão Agrícola das Terras.

Volume 3 - Levantamento Geoquímico; Estudos Hidrológicos; Hidrogeologia; Uso Atual e Cobertura Vegetal; Unidades de Conservação e

Legislação; e Geoprocessamento. Mapa de Levantamento Geoquímico; Mapa da Rede Hidrometeorológica; Mapa Hidrogeológico; Mapa de Uso Atual do Solo, Cobertura Vegetal e Unidades de Conservação e Mapa Geoambiental.

As informações resultantes deste estudo, relatórios, mapas e bases de dados, estão também disponíveis em CD-ROM, no Serviço Geológico do Brasil, em seu escritório no Rio de Janeiro, ou em sua página na Internet.

**Thales de Queiroz Sampaio**  
**Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial**



# 1 INTRODUÇÃO

O Serviço Geológico do Brasil, iniciou em 1999, através do Projeto GATE/Brasília, atualmente denominado de Zoneamento Ecológico-Econômico da Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno – Fase I (**ZEE RIDE – Fase I**), os estudos sobre o meio físico da região, visando subsidiar o seu ordenamento e desenvolvimento territorial de forma sustentável. Foram executados levantamentos nos campos da Geologia, Geomorfologia, Geoquímica, Hidrologia e Hidrogeologia, Solos e Uso Atual e Cobertura do Solo, Formações Superficiais, Unidades de Conservação e Recursos Minerais, nas escalas 1:250.000 e 1:100.000, reunidos e colocados de forma clara e acessível para o uso da comunidade. O projeto, em sua concepção integral, abrange a região do Distrito Federal e seu entorno, englobando, além do Distrito Federal, 19 municípios no estado de Goiás e dois em Minas Gerais, perfazendo uma área aproximada de 56.400 km<sup>2</sup>. Por questões operacionais foi priorizada uma área de aproximadamente 24.550 km<sup>2</sup> abrangendo o DF e as regiões contíguas a sul e oeste, onde é maior a demanda por recursos naturais e que constitui a área de estudo da Fase I do ZEE RIDE.

A área está localizada entre os meridianos 47°00' e 49°00' de longitude oeste e os paralelos 15°00' e 17°00' de latitude sul, inserta na região conhecida como Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno (RIDE), englobando, além do Distrito Federal, parcial ou totalmente os municípios de: Vila Propício, Padre Bernardo, Planaltina de Goiás, Formosa, Pirenópolis, Corumbá de Goiás, Cocalzinho de Goiás, Águas Lindas de Goiás, Abadiânia, Alexânia, Cidade Ocidental, Cristalina, Luziânia, Novo Gama, Santo Antônio do Descoberto, Valparaíso de Goiás, Anápolis e Silvânia no Estado de Goiás; Unai em Minas Gerais. (**Figura 1.1**)

O acesso faz-se através das rodovias BR - 153/060 que liga Goiânia a Brasília, a BR - 251 de Brasília a Unai, a BR - 040/050 que une Brasília a Cristalina, a BR - 020/030 de Brasília a Formosa; a

BR-070 de Brasília a Cocalzinho e BR-414 que vai de Anápolis a Niquelândia, atravessando a área no sentido norte-sul. A área é também servida por rodovias estaduais e distritais destacando-se as GO-010, GO-12, GO-118, GO-346, GO-424, GO-425 e as DF-001, DF-5, DF-6, DF-100, DF-130, DF-205, DF-270 e DF-250. O acesso faz-se também pela ferrovia da Rede Ferroviária Federal S.A. e por aeronaves de pequeno e grande porte através do Aeroporto Internacional de Brasília.

A área em estudo possui uma população de cerca de dois milhões e novecentos mil habitantes, sendo 65% no Distrito Federal e 35% no Entorno, distribuídos pelas diversas cidades e municípios da região. O principal componente da evolução demográfica, tanto do Distrito Federal como do Entorno, tem sido basicamente a migração, decorrente do desemprego e da seca que afetaram várias regiões do Brasil, principalmente o Nordeste. A opção para estas pessoas é viajar para o entorno do DF à procura de serviços e programas sociais como: emprego, saúde, educação e moradia, oferecidos pelos governantes. No processo de atendimento a essa demanda migratória foram criadas novas áreas urbanas no DF (Samambaia, Recanto das Emas etc.) para absorver e erradicar invasões.

Durante muitos anos conseguiu-se controlar a ocupação dentro do território do DF, limitando ao máximo os novos assentamentos. Porém, essa política de assentamento não foi aplicada ao redor do DF, refletindo na ocupação caótica da região do entorno.

Segundo o IBGE, a maioria dos migrantes vem do nordeste, principalmente dos estados do Piauí, Paraíba, Ceará e Bahia.

O censo de 1970 mostrava que a participação migratória correspondia a 75% da taxa de crescimento do DF, caindo na década de 70, quando o crescimento vegetativo predominou sobre o migratório. Mas, nas décadas de 80 e 90, essa contribuição correspondia a 33%. Tal fato foi agravado pelas políticas habitacionais do governo

# ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO DA REGIÃO INTEGRADA DE DESENVOLVIMENTO DO DISTRITO FEDERAL E ENTORNO

## ZEE RIDE – FASE I



- - - LIMITE DA ÁREA DA RIDE (56.400 km<sup>2</sup>)
- - - LIMITE DA ÁREA DO PROJETO ZEE RIDE FASE I (24.550 km<sup>2</sup>)
- DIVISA DAS UNIDADES DA FEDERAÇÃO (DF - GO - MG)
- DIVISA DE MUNICÍPIOS (22 municípios: 19 em Goiás; 3 em Minas Gerais)
- RODOVIA
- ~ DRENAGEM

Figura 1.1 – Áreas da RIDE e do ZEE RIDE - Fase I

do Distrito Federal com a distribuição de lotes, provocando um aumento gritante na geração de fluxos migratórios internos e externos no início da década de 90, contribuindo dessa forma para um inchaço tanto do DF como das cidades já existentes no Entorno, provocando também o surgimento de novos núcleos urbanos na região. Convém ressaltar que os municípios que apresentaram maior crescimento populacional foram: Águas Lindas de Goiás, Luziânia, Valparaíso, Formosa, Planaltina de Goiás e Cidade Ocidental que abrigam mais de 50% da população total do Entorno. O caso mais preocupante é o do município de Águas Lindas onde, em menos de dez anos, instalou-se uma população de mais de 100.000 habitantes. Por outro lado, registra-se ainda que estes núcleos têm absorvido um contingente migratório de baixa qualificação profissional que encontra, em geral, dificuldades de moradia e trabalho em outras regiões do país e do DF. Isto propiciou o surgimento de uma população flutuante com alguma atividade econômica no DF, transformando, tanto as cidades satélites como as do Entorno, em cidades dormitórios, acarretando o aumento da violência e dos custos sociais.

A densidade demográfica da região é uma das maiores do Brasil, com a média de 340 habitantes por quilômetro quadrado. Segundo o IBGE e CODEPLAN, a taxa de crescimento do Distrito Federal, que era alta (14,39%) nas décadas de 60 e 70, caiu nas últimas décadas (2,84%). O contrário, porém, aconteceu com as cidades satélites e as do Entorno, que na última década (90) tiveram um aumento populacional de 412%. Segundo o IPEA, o Distrito Federal possui atualmente a maior renda per capita do Brasil, em torno de 9.500 dólares, mais que o dobro da média nacional. O desemprego, no entanto, é alto e afeta principalmente os trabalhadores menos qualificados das cidades satélites e do Entorno.

As atividades econômicas são fortemente influenciadas pela estrutura urbana do Distrito Federal. Dessa forma, a indústria aparece de modo complementar e predominantemente de caráter terciário. Destacando-se a indústria da construção civil como a maior responsável pela absorção da mão-de-obra local. Conforme dados do IPEA esse setor responde por 6,9 % do produto interno bruto distrital (PIB). Outros setores que também aparecem são os de confecção, mobiliário, alimentício, editorial e gráfico. Na região do Entorno a economia também está ligada à indústria correlacionada à construção civil, entre elas destacam-se a madeireira, cerâmica e mobiliária, que respondem pela maior ocupação da mão-de-obra.

A agropecuária tem um papel relevante na economia da região do entorno do DF. As maiores áreas de solo são ocupadas com cultura de grãos e pastagem artificial, ficando a fruticultura e a horticultura com áreas menores. Na pecuária, predomina a criação de bovinos seguida por suínos e eqüinos, extensiva a toda a região, com destaque para os municípios de Luziânia, Cristalina, Formosa e Pirenópolis. A agricultura varia desde a de subsistência até a de grandes culturas de cereais, principalmente soja, milho e feijão, como também grande produção de tomate. As grandes culturas comerciais são beneficiadas por irrigação do tipo pivô central, onde a lavoura tem se expandido em áreas anteriormente ocupadas por cerrado, em cujos solos são usados corretivos e fertilizantes para compensar as deficiências naturais. As áreas com produção agrícola mais significativa são as de Luziânia, principalmente na região dos rios Pamplona e Samambaia, com grande quantidade de pivôs centrais. Neste setor destacam-se ainda os municípios de Formosa, Cristalina, Planaltina de Goiás, Padre Bernardo e, no território do Distrito Federal, Sobradinho, Brazlândia e Gama. As culturas de subsistência são cíclicas devidas à sazonalidade climática. Outras regiões apresentam focos de produção com a presença de chácaras margeando as principais drenagens.

Está presente também a silvicultura: áreas de reflorestamentos com pinus, eucalipto e frutíferas: (laranjas e bananas). Ocupam áreas desapropriadas e arrendadas por empresas.

No que se refere ao turismo, existem dois aspectos a serem considerados. O primeiro é a importância arquitetônica e política de Brasília, declarada Patrimônio Cultural da Humanidade pela ONU e que constitui atualmente o principal ponto turístico da região, atraindo visitantes de todo o Brasil e até mesmo do exterior. O segundo é a demanda gerada pela população da própria região. Os principais locais de interesse histórico e beleza cênica já vêm sendo explorados, mas há ainda muito a ser aproveitado e explorado no ramo do ecoturismo.

No Entorno, os principais pontos turísticos são aqueles que exploram as belezas naturais, situadas nos municípios de Cocalzinho de Goiás, Cristalina, Formosa, Corumbá de Goiás e Pirenópolis.

A extração mineral, concentrada no setor de materiais para a construção civil e insumos agrícolas, é modesta. Além da exploração de argila, areia e brita para material de construção, o quartzo laminado constitui bem mineral largamente utilizado na construção civil como pedra de revestimento, pisos rústicos e fachadas. É extraído em

Pirenópolis, Corumbá e Cocalzinho de Goiás. O calcário aparece como o bem mineral de maior produção e beneficiamento na região, sendo empregado como pedra britada e na fabricação de cimento e de pó calcário para a agricultura. Estão em funcionamento os garimpos de cristal-de-rocha em Cristalina, onde a produção é dirigida para o artesanato mineral. Água mineral é produzida em Formosa e Anápolis. Como o município de Luziânia apresenta um bom potencial para ouro, com reservas conhecidas, estão sendo pesquisadas áreas para este bem mineral em vários outros municípios da região.

A infra-estrutura é representada pelo abastecimento de água, energia elétrica, esgoto sanitário, drenagem pluvial e telecomunicações. A Companhia de Água e Esgotos de Brasília CAESB é o órgão responsável pelo abastecimento de água e esgoto sanitário do DF. O abastecimento de água é feito através de dois grandes sistemas: Santa Maria/Torto e o lago Descoberto, este o mais significativo, fornecendo 67,22% da água consumida em Brasília, complementado ainda por mais de uma dezena de pequenas e médias captações, sendo que em algumas cidades do Distrito Federal a CAESB já utiliza águas subterrâneas para complementar o abastecimento. As pequenas e médias captações abastecem Vila Paranoá, Brazlândia, Sobradinho, Planaltina, parte de Taguatinga e parte do Gama.

O sistema de abastecimento elétrico é feito pela Companhia Energética de Brasília – CEB que adquire 95% da energia que vende aos seus consumidores, denotando um alto grau de dependência. A energia elétrica fornecida é proveniente do sistema Sul/Sudeste, por meio de três linhas de transmissão: por Furnas Centrais Elétricas e Itaipu, pela usina de Itumbiara no rio Paranaíba, e a partir da subestação Bandeirantes de Goiânia. Os serviços de telecomunicação são prestados em toda a região do projeto pela Tele Centro-Sul, Americel e GVT, nos segmentos de telefonia móvel celular e fixo.

Quanto ao Entorno, observa-se na região uma demanda acentuada de recursos hídricos, tanto para abastecimento das cidades que crescem rapidamente como para projetos de irrigação, atualmente muito utilizada. O abastecimento de água é feito pela Saneago através de pequenas e médias captações e de construção de poços tubulares profundos. A região é suprida por energia elétrica pelas Centrais Elétricas de Goiás – Celg S.A..

De acordo com o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), o Distrito Federal possui os melhores índices de escolaridade do Brasil, com uma

taxa de alfabetização de 93%. Já na área do Entorno este índice cai e fica próximo à média do estado que é de 86,8%. No que concerne ao ensino, existem na área escolas em todos os níveis, principalmente no DF onde se concentram os estabelecimentos de ensino superior, destacando-se a Universidade de Brasília. No Entorno apenas Formosa e Luziânia possuem faculdades. Com relação ao nível de atendimento, o Entorno é deficiente em número de escolas, isto é evidenciado pelo grande número de alunos provenientes dos seus municípios que utilizam as escolas do DF.

No setor de saúde, percebe-se claramente uma grande concentração de instalações médico-hospitalares no DF, principalmente no Plano Piloto e nas Regiões Administrativas de Taguatinga e Lago sul, onde há um grande número de hospitais e clínicas particulares. Nas demais Regiões Administrativas e no Entorno esse número decresce bastante. Em 1999 havia no DF 17 hospitais públicos enquanto no Entorno, apenas 9 (1996).

O clima da região do DF e Entorno pode ser classificado como úmido a subúmido com tendência para seco, notadamente demarcado pela alternância entre duas estações bem distintas. Isto se explica, em grande parte, pelo fato de a precipitação se concentrar somente numa estação do ano (verão), enquanto a outra (inverno) é caracterizada por um longo período seco. Dessa forma, os meses de setembro a abril marcam o período mais chuvoso do ano e também o mais quente, quando as temperaturas médias chegam a 24°C. O mês de outubro registra as mais altas temperaturas. A partir de abril, as chuvas tornam-se escassas (inferiores a 60 mm mensais) ou nulas. Nessa época a temperatura cai até 10 ou 12°C em junho ou julho e a umidade relativa do ar alcança níveis críticos (13%), particularmente nos dias mais quentes do período.

A precipitação pluviométrica média anual entre os anos de 1972 e 1992 foi da ordem de 1.405mm, concentrando-se nos meses de novembro, dezembro e janeiro, quando as médias mensais ficaram acima de 200mm. Nos meses de outubro e abril, início e fim das chuvas, respectivamente, a média mensal caiu para 130mm. Entre os meses de maio e setembro as médias não atingiram 60mm, limite estabelecido para que um mês seja considerado seco.

O balanço hídrico contabiliza o confronto entre a precipitação, elemento fornecedor da água e a evapotranspiração que representa teoricamente a quantidade de água que deixaria o solo. Ele sintetiza, de maneira geral, os regimes climáti-

cos anteriormente observados. Neste estudo, o balanço hídrico foi calculado para a estação da UnB, utilizando dados relativos de pluviometria, evapotranspiração potencial e evapotranspiração real no período de 1972 a 1992, demonstrando uma situação de deficit entre julho e setembro e excesso em janeiro. Além disso, é fácil notar que o período de excesso coincide com a época mais chuvosa, isto é, de novembro a março. O deficit corresponde ao período em que a evapotranspiração potencial excede a precipitação pluviométrica, e a reposição de água no solo acontece quando a precipitação é maior que a evapotranspiração potencial.

A cobertura vegetal predominante é o cerrado, caracterizado por uma vegetação que apresenta árvores de pequeno a médio porte, isoladas ou agrupadas. São lenhosas com casca grossa (corticosa) e folhas geralmente desenvolvidas. Ocorrem muitas vezes associadas a inúmeras espécies de gramíneas e ervas que revestem o solo. Embora muito descaracterizadas pela ação antrópica para dar lugar à agricultura, existem ainda áreas de vegetação nativa preservada, onde algumas formações de cerrado podem ser identificadas, variando muitas vezes conforme a umidade e a fertilidade do solo. Assim, tem-se cerrado, campo cerrado e cerrado ralo ocupando as partes mais altas do relevo, onde estes fatores são mais fracos, e matas e cerradão nas partes mais baixas, onde a espessura e a umidade do solo são mais expressivas. Nos vales úmidos ou alagados ocorrem faixas de mata galeria ou mata ciliar. Áreas abertas de forma oval, principalmente no começo das nascentes, apresentam buritis e vegetação fibrosa. Plantas típicas do cerrado, como pequizeiro, jatobá, ipê, mangabeira, araticum, cagaiteira, cajueiro, pau santo, pau terra, entre outras, ainda são encontradas.

As feições geomorfológicas da área apresentam um comportamento que reflete nitidamente as influências de um conjunto de condicionamentos que insere diversos fatores no seu desenvolvimento. Entre eles estão os fatores geológico-estruturais, gerados em regime de cisalhamento dúctil e rúptil, representados por zonas de cisalhamento responsáveis pela formação de cristas relativamente elevadas, em geral orientadas na direção N-S e NW-SE, sustentadas comumente por milonitos. Outros controles geológico-estruturais são evidenciados através do condicionamento das drenagens.

Neste trabalho foram identificadas sete unidades morfoesculturais distintas: 1 – Alinhamentos Serranos, 2 – Planaltos Retocados, 3 – Planaltos Dissecados, 4 – Depressões Intermontanas,

5 – Escarpas Erosivas, 6 – Vales encaixados, 7 – Domos Estruturais.

A Unidade Morfoescultural Alinhamentos Serranos compreende um conjunto de serras com cristas alinhadas, dispostas preferencialmente nas direções W-E e SW-NE, localizado no extremo-noroeste da área.

A Unidade Morfoescultural Planaltos Retocados compreende um conjunto de pediplanos levemente sulcados por uma rede de drenagem de baixa densidade, estando elevados a cotas entre 900 e 1.200m, correspondendo aos extensos remanescentes da Superfície Sul-Americana, localizada principalmente na porção leste, onde estão situadas as bacias dos rios Preto e São Marcos. O relevo presente caracteriza-se por extensas e monótonas superfícies planas, ocasionalmente interrompidas por vales muito amplos e suaves.

A Unidade Morfoescultural Planaltos Dissecados compreende um padrão de relevo movimentado, abrangendo terrenos colinosos a morrosos, típicos do Planalto do Alto Tocantins-Paraná, ou terrenos de aspecto montanhoso, típico do Planalto do Alto Rio Maranhão. Destaca-se, como elemento dominante na paisagem, um conjunto de superfícies tabulares não dissecadas, ou levemente sulcadas, denominadas genericamente de chapadas.

A Unidade Morfoescultural Depressões Intermontanas compreende um extenso pediplano, de morfologia levemente ondulada, drenado por uma rede de drenagem de baixa densidade, estando situado a cotas entre 650 e 700m, correspondendo a terrenos que sofreram mais intensamente os efeitos do aplainamento neogênico.

A Unidade Morfoescultural Escarpas Erosivas corresponde a um conjunto de relevos de transição entre os planaltos elevados, alçados às cotas entre 1.100 e 1.300m e as depressões intermontanas, embutidas em cotas que não ultrapassam 750m. Trata-se de típicas escarpas de borda de planalto, intensamente erodidas e recuadas, sendo dissecadas por uma rede de drenagem de alta densidade e padrão variável, de dendrítico a treliça.

A Unidade Morfoescultural Vales Encaixados abrange, exclusivamente, seções dos vales dos rios São Bartolomeu e Corumbá, onde a dissecação fluvial processou-se de maneira mais acentuada, configurando um cenário de vales profundos, fundos de vales encaixados e vertentes íngremes, no contato com os planaltos adjacentes, dissecados.

A Unidade Morfoescultural Domos Estruturais abrange, exclusivamente, o domo de Cristalina, situado no extremo-sudeste da área de estu-

do. Trata-se de uma pequena morfoestrutura com notável morfologia circular, assemelhando-se a uma meia esfera, sendo atualmente francamente dissecada por uma rede de drenagem de baixa densidade e um padrão radial e centrífugo.

Na área desenvolveram-se quatro classes de solos. A primeira classe é representada pelos latossolos que compreendem aqueles em que os principais elementos responsáveis pela sua formação são o clima e o relevo. São solos bem formados, e apresentam os horizontes A, B e C bem desenvolvidos. Possuem coloração vermelho-escuro a roxo, textura argilosa, e caracterizam-se por se apresentarem bastante intemperizados, profundos e bem drenados. São solos distróficos, porosos e friáveis, próprios de relevo plano a suavemente ondulado, como nas chapadas, onde aparecem associados a diversas litologias. São encontrados principalmente nas regiões do Distrito Federal, Formosa, e Planaltina de Goiás.

A segunda classe é representada pelos solos hidromórficos que ocorrem em locais bastante úmidos ou em terrenos alagadiços como várzeas e veredas da região. Possuem coloração amarelada a cinza-escuro, horizontes bem definidos. São eutróficos, húmicos, por vezes orgânicos, bem drenados, férteis e geralmente com espessura média de 1 a 1,5m.

A terceira classe é caracterizada por solos pouco desenvolvidos, os litossolos recentes e desprovidos do horizonte B. São rasos, imaturos, apresentando os horizontes A e C ou apenas o A, fracamente desenvolvidos sobre a rocha matriz. Ocorrem em áreas de relevo ondulado ou montanhoso onde muitas vezes aparecem associados aos afloramentos rochosos. Localizam-se no planalto das Nascentes dos rios Paranaíba e Preto e chapadas do Alto rio Maranhão.

A quarta classe é formada por solos concrecionários que são definidos como solos que apresentam um grande conteúdo (mais de 50%) de material rochoso grosseiro em decomposição, fragmentos de quartzo de forma e tamanho variados, e nódulos de concreções ferruginosas. Apresentam espessura variável e ocupam áreas extensas; muitas vezes relacionados aos latossolos

A área é drenada pelas bacias dos rios Corumbá, São Bartolomeu, Maranhão, Preto, São Marcos e Verde. Esses rios são importantes tanto pelas áreas que suas bacias ocupam como também pelo papel que exercem na economia regional.

Contidas numa região onde a pluviometria é alta, estendendo-se por 6 ou 7 meses do ano, tais bacias são constituídas por rios perenes que escoam em varias direções, englobando drenagens que pertencem às três grandes bacias hidrográfi-

cas brasileiras. O rio Preto pertence à bacia do São Francisco; o rio Maranhão e o rio Verde à bacia do Tocantins, enquanto os demais cursos d'água compõem a bacia do rio Paranaíba, um dos formadores do rio Paraná, representada na área pelas redes de drenagem dos rios: Corumbá, São Bartolomeu e São Marcos.

Em geral, os rios apresentam características diversas, influenciados pela natureza geológica do terreno, sendo portanto condicionados às estruturas, litologias e formas de relevo, apresentando vales fortemente encaixados.

A bacia do rio Corumbá é a principal bacia hidrográfica da área. Ocupa aproximadamente 7.800km<sup>2</sup> na sua porção centro-oeste, o que corresponde a mais de 32% do total. O rio drena a área de noroeste para sudeste num percurso de 190km, tendo suas nascentes a norte de Corumbá de Goiás, com altitudes que ultrapassam a 1.150m. Em geral, possui drenagem do tipo dendrítico-retangular. Seus principais tributários da margem esquerda são os rios: Areias, Descoberto, Palmital; os ribeirões: do Ouro, das Galinhas, Lajeado, Congonhas e Sapezal. Pela margem direita encontram-se o rio das Antas e outros afluentes menores como os ribeirões Capivara, Mantiqueira, Veríssimo e Samambaia.

A bacia do rio São Bartolomeu ocupa aproximadamente 5.400km<sup>2</sup> na porção central da área, onde o rio principal segue uma direção preferencial N-S ao longo de um percurso aproximado de 180km. Este rio é formado pelos rios Pipiripau e Monteiro, cujas cabeceiras encontram-se em altitudes que excedem a 1.100m, localizadas próximas aos divisores de água que os separam das bacias dos rios Maranhão e Paranaíba, no Parque das Águas Emendadas. Em geral o rio São Bartolomeu possui drenagem em treliça, que é, também, o padrão da maioria dos seus tributários, com exceção dos afluentes que nascem no domo de Cristalina. Estes possuem drenagem do tipo radial. Recebe como tributários pela margem esquerda o rio Pamplona que o acompanha paralelamente em direção ao sul, em grande parte de seu percurso; além dos ribeirões dos Topázios, Furnas e dos Bagres. Os afluentes mais extensos da margem direita são os rios Paranoá, Vermelho, Mesquita e Saia Velha e os ribeirões Sobradinho Santana, Papuda, Lajeado e Cachoeirinha. Destes, o rio Paranoá torna-se o mais importante devido a sua localização estratégica, cujo enfoque especial é o aproveitamento de suas águas na construção do lago Paranoá que banha Brasília.

O rio Maranhão drena uma área aproximada de 2.800 km<sup>2</sup>, sobre um relevo bastante acidentado, com um leito regular, sinuoso, estruturado se-



gundo direções de fraturas resultantes das deformações tectônicas que marcam a região. Suas nascentes estão na Lagoa Formosa em uma altitude superior a 900m. Predomina na maior parte da sua bacia um padrão de drenagem do tipo dendrítico-retangular. Os cursos de seus afluentes da margem esquerda possuem direção preferencial SW-NE enquanto os da margem direita são E-W. Seus principais tributários da margem direita são os córregos: Fundo, Furnas, Serra Grande, Palmital e Piancó. Na margem esquerda, além dos rios do Sal e das Palmas, merecem ser citados os córregos Piquete e Macaco e o ribeirão Contagem.

A bacia do rio Preto tem uma área de drenagem de aproximadamente 2.900km<sup>2</sup>. O rio nasce na lagoa Feia, próximo a Formosa, em altitudes superiores a 800m, e atravessa a região na direção sul por 75km. A bacia está também representada pela sub-bacia do rio Bezerra que corre no sentido sudoeste, e muda para oeste até a confluência com

o rio Preto. Além do rio Bezerra, merecem destaques o rio Jardim e os ribeirões: Santa Rita, Jacaré e Lagoinha.

O rio São Marcos drena uma área de aproximadamente 2.700km<sup>2</sup>. Escoa de nordeste para sudoeste até mudar para o sentido sudeste, num percurso de 50km. Seus principais tributários da margem direita são os rios Samambaia e Capim-puba; e os ribeirões: São Pedro e Lajinha. Pela margem esquerda correm os córregos: Veredão e Pântano. Em geral apresenta um padrão de drenagem dendrítico-retangular. Os afluentes que nascem na região do domo de Cristalina têm padrão radial.

A bacia do rio Verde possui uma área de 2.400km<sup>2</sup>. O seu rio principal nasce na borda ocidental da região semidômica de Brasília e escoar no sentido noroeste num percurso de 53km<sup>2</sup> na porção noroeste da área. Seus principais afluentes são os rios: Pequi, Jacaré, Pirapetinga e os córregos Fundo e Fazendas.

## 2 GEOLOGIA

---

### 2.1 Introdução

A região do Distrito Federal e Entorno é constituída em grande parte por rochas metassedimentares dobradas, de baixo grau metamórfico, fácies xisto-verde, pertencentes aos grupos: Araxá, Canastra, Paranoá, Ibiá e Bambuí, que compreendem a Faixa Brasília, sobrepostas a um embasamento granito-gnáissico de idade paleo-mesoproterozóica representado pelo Complexo Granulítico Anápolis-Itaçu, Associação Ortognáissica Migmatítica e pela Seqüência Metavulcanossedimentar Rio do Peixe. Além destes conjuntos de rochas, ocorrem com menor importância corpos granitoides posicionados em diferentes níveis crustais, e coberturas cratônicas neoproterozóicas do Grupo Bambuí. Coberturas detritico-lateríticas com expressivos latossolos, Cobertura Arenosa Indiferenciada e as Aluviões Holocênicas, marcam o desenvolvimento das Formações Superficiais no Terciário-Quaternário e Quaternário respectivamente a partir de processos relacionados a ciclos morfológicos do período pós-Mesozóico.

### 2.2 Descrição das Unidades

#### 2.2.1 Complexo Granulítico Anápolis-Itaçu

Esta unidade foi definida por MARINI *et al.* (1984), como um conjunto de rochas granulíticas pertencentes ao Maciço Mediano de Goiás. Em trabalhos posteriores, realizados pelas equipes da CPRM, através do Programa de Levantamentos Geológicos Básicos – PLGB, as rochas desta unidade foram definidas e enquadradas em duas subunidades: a **Associação de Ortognulitos (Paio)** e a **Associação de Supracrustais granulizadas (Pais)**.

Na área em estudo, esta unidade distribuiu-se em duas áreas restritas, porém distintas. Ocorre em faixas estreitas e alongadas, orientadas preferencialmente segundo NW-SE, nas pro-

ximidades da cidade de Anápolis, sudoeste da área, onde são encontradas suas melhores exposições. A maior área é ocupada pela **Associação Ortognulítica (Paio)** que compreende um conjunto de rochas granulíticas formadas principalmente por rochas básicas e ultrabásicas diferenciadas, cujas litologias são representadas por granulitos básicos e ultrabásicos tais como: metagabro, metanorito, metagabronorito, metapiroxenito, hiperstenito, peridotito e seus produtos transformados, de grau mais baixo: talco, talco xisto, tremolítico-talco-clorita xisto e serpentinito. Inclui ainda uma suíte charno-enderbítica composta predominantemente por charno-enderbita, charnockito, enderbito e hiperstenitos tonalíticos com intercalações de anfibolito. Tais rochas geralmente apresentam direções que variam de N10° W a N80° W mergulhando de 40 a 60° para SW. Basicamente são litotipos de coloração verde-escuro com manchas verde amareladas, estrutura foliada, granulção média a fina. Seus principais minerais são: plagioclásio, ortopiroxênio, clinopiroxênio, biotita, hornblenda e quartzo. A decomposição dessas rochas dá origem a um solo vermelho-escuro com boa fertilidade.

Em uma área menor, a norte de Anápolis, ocorre a **Associação de Supracrustais Granulizadas (Pais)** que compreende rochas supracrustais granulizadas constituídas por gnaisses aluminosos representados por gnaisses granadíferos, granada-cianita-quartzo gnaisses, gnaiss calcissilicático, sillimanita gnaiss, mármore, granada quartzito além de gondito e, subordinadamente, anfibolitos. Exibe coloração cinza-claro a cinza-esverdeado, textura granoblástica a porfiroblástica onde se observa uma matriz quartzo-feldspática fina. O quartzo e o plagioclásio são os minerais predominantes. Ocorrendo também granada, biotita, sillimanita e moscovita.

Localmente, associadas a zonas de cisalhamento, ocorrem rochas intensamente milonitizadas e retrometamorfizadas cujas evidências fo-



ram constatadas em vários locais pela presença de uma mineralogia primária totalmente transformada. Em geral, as rochas mostram-se fraturadas e milonitizadas, com o aparecimento de minerais hidratados, quando alguns espécimes do ponto de vista estrutural, podem ser classificados como protomilonitos e milonitos. As feições mais proeminentes são dadas pela predominância de zonas paralelas de cisalhamento transcorrente oblíquo de direções NW-SE e E-W separando os granulitos, das outras unidades, com a formação de estruturas escamadas e imbricadas cujas foliações se acomodam aos contornos dos terrenos granulíticos e granito-gnáissicos. Tais blocos crustais são interceptados por zonas de cisalhamento dúctil-rúptil de direção NE-SW. Os contatos entre estas subunidades, freqüentemente são tectônicos e resultam de imbricamento. Com os granitóides da associação ortognássica-migmatítica, os contatos são também tectônicos marcados por uma expressiva faixa milonítica.

### 2.2.2 Associação Ortognássica Migmatítica (P<sub>γ</sub>1)

OLIVEIRA (1994) adotou-se este termo para reunir um conjunto de rochas granito-gnáissicas e migmatíticas, provavelmente geradas por fusão parcial ou total durante o processo de granulitização regional. Estas rochas encontram-se expostas na porção sudoeste da área do projeto, a leste da cidade de Anápolis e sul-sudeste de Abadiânia. Os melhores afloramentos são encontrados principalmente no leito do rio das Antas.

Esta unidade ocorre comumente em faixas alongadas, freqüentemente associada as rochas granulíticas, com as quais faz contato tectônico marcado por extensas zonas de cisalhamento de direções NW-SE e E-W. Com a Unidade B do Grupo Araxá o contato é por falhas de empurrão de baixo ângulo, sendo comuns a presença destas rochas em "janelas erosivas" do Araxá. Engloba litotipos de natureza ortoderivada com predominância de ortognaisses de composição tonalítica, variando para termos graníticos e granodioríticos. Mostram restitos e rochas granulíticas e anfíbolitos. São rochas de coloração cinza-claro a cinza-rosado apresentando comumente bandamentos metamórficos. São constituídas essencialmente de quartzo, biotita, moscovita, plagioclásio e granada. O feldspato potássico, ausente nos termos tonalíticos, ocorre nos graníticos e granodioríticos. Estruturalmente, apresentam-se deformadas, bastante fraturadas e milonitizadas, em sua maioria podem ser classificadas como milonitos ou protomilonitos.

### 2.2.3 Seqüência Metavulcanossedimentar Rio do Peixe (Mrp)

Sob esta denominação foram cartografados, por alguns autores, os vários conjuntos de rochas de origem vulcânica, química e sedimentar que anteriormente eram atribuídos ao Grupo Araxá (BARBOSA, 1955), englobando anfíbolitos, metacherts, metavulcânicas básicas, ultrabásicas e intermediárias, mica xistos, quartzitos, quartzitos ferruginosos, mármore, calcixisto e sericita quartzitos.

As primeiras referências sobre a unidade foram feitas por RIBEIRO FILHO & GONÇALVES 1981 (inédito), trabalho de graduação sob a orientação do professor José Osvaldo de Araújo Filho do Instituto de Geociências da UnB. Posteriormente, NASCIMENTO (1985), ao estudar o Grupo Araxá na região, separou a unidade como uma seqüência metavulcanossedimentar independente. Em sua definição, esta unidade foi caracterizada por dois pacotes: um inferior de natureza vulcânica constituído por vulcânicas máficas e ultramáficas, geralmente transformadas em anfíbolitos; rochas calcissilicáticas e metacherts. A segunda, superior, de natureza predominantemente sedimentar é composta por quartzo xistos, epidoto-quartzo xistos feldspáticos e micaxistos.

Na área em estudo ocorre principalmente no extremo oeste, no vale do rio Corumbá onde foi cartografada por THOMÉ FILHO (1994) no PLGB, o qual descreve as litologias principais como: biotita-hornblenda-plagioclásio gnaiss (metatonalito) protomilonítico, epidoto-quartzo anfíbolito, epidoto-plagioclásio anfíbolito, granada-clorita-biotita-plagioclásio-quartzo xisto, clorita-muscovita-quartzo xisto e intercalações de muscovita-plagioclásio-quartzo-hornblenda-carbonato xisto. Em uma pequena porção no quadrante sudoeste, nas cabeceiras do ribeirão Congonhas, às margens do córrego Bueno e no rio do Ouro, foi cartografada por RADAELLI (1994) no PLGB, Folha Anápolis. Sua litologia é descrita como anfíbolito, bem laminado, de coloração cinza-escuro e estrutura orientada, microdobrado, apresentando níveis de clorita xisto. Sua composição mineralógica é constituída por: hornblenda, plagioclásio, epidoto e, em menor quantidade, quartzo.

De acordo com THOMÉ FILHO (*op. cit.*) tanto as rochas da Seqüência Rio do Peixe como as do Grupo Canastra foram submetidas a cisalhamento dúctil com fenômeno de deslocamento da cobertura Canastra sobre o embasamento Rio do Peixe. Nessas áreas observa-se apenas o contraste do grau metamórfico e de composição, separados por superfície aparentemente paralela.

#### 2.2.4 Metaultramafito Tipo Morro Feio (M<sub>μ</sub>)

As litologias identificadas como Metaultramafitos Tipo Morro Feio constituem uma série de corpos esparsos, de pequenas dimensões e formas variadas. Suas melhores exposições são encontradas a noroeste da cidade de Abadiânia e sul de Corumbá de Goiás, sudoeste da área. A grande dificuldade de obter-se uma boa definição de seus contatos está no fato que estas rochas se mostram-se muito intemperizadas, tendo como encaixantes rochas do Grupo Araxá. Litologicamente reúnem uma mistura de vários litótipos, compreendendo desde serpentinitos a xistos magnesianos como: talco xistos, clorita xistos, talco-actinolita xistos e talco-clorita xistos.

Predominam os serpentinitos que são rochas de coloração cinza-esverdeada a amarelada, de granulação fina a média. Foram intensamente silicificados e apresentam-se muito fraturados e foliados. Possuem, geralmente, minerais fibrosos associados e podem conter amianto e corpos lenticulares de cromita podiforme. Sua composição mineralógica é representada por: serpentina do tipo antigorita e minerais fibrosos associados tais como actinolita. Em geral encontram-se muito alteradas.

Os xistos magnesianos formam uma faixa estreita, disposta concentricamente, acompanhando os contatos entre as ultramáficas e os xistos do Grupo Araxá. A composição mineralógica destas rochas apresenta-se bastante variável, sendo que predominam os seguintes minerais: talco, tremolita, actinolita, antofilita e clorita.

#### 2.2.5 Grupo Araxá - Unidade B (MaB)

BARBOSA (1955) definiu como Formação Araxá a um conjunto de rochas formado por xistos verdes, micaxistos e migmatitos que ocorrem próximo a cidade de Araxá-MG e que se estende para o estado de Goiás. Em 1967 este mesmo autor elevou a Formação à categoria de Grupo.

Estudada por diversos autores, esta unidade sofreu diversas modificações com a retirada de litótipos e subdivisões segundo concepções diferentes em relação as rochas que a compõem.

Mais recentemente, LACERDA FILHO *et al.* (1999) baseados em suas características litoquímicas, metamórficas e ambientais subdividiram o Grupo em duas unidades:

Unidade A (MaA), caracterizada por sedimentos plataformais tipo marinho raso e Unidade B (MaB), composta por seqüência pelítica, marinha.

Neste trabalho adotou-se a proposta de LACERDA FILHO *et al.* (*op. cit.*), sendo que apenas a **Unidade B (MaB)** aflora na área ora em estudos.

Na área, a unidade é constituída por grana-da-clorita-muscovita xistos freqüentemente grafitosos e localmente piritosos, que gradam para duas fácies distintas: a psamítica, com quartzo-muscovita xistos e muscovita quartzitos que grada para a fácies carbonática com grandes corpos de metacalcário calcítico, subordinadamente magnesianos.

O contato entre esses dois tipos de rochas é gradacional e nas zonas de transição ocorrem intercalações de um ou de outro, embora ocorram áreas de suas predominâncias.

Sua área de maior ocorrência situa-se na porção sudoeste do Projeto, em torno das cidades de Anápolis, Abadiânia e Alexânia, onde observa-se sua disposição por aloctonia sobre o Complexo Granulítico e a Seqüência Rio do Peixe, em regime tectônico de baixo ângulo, com desenvolvimento de notável superfície de descolamento.

#### 2.2.6 Grupo Canastra

Em 1955, BARBOSA denominou de Formação Canastra a um conjunto de metamorfitos de baixo grau que ocorrem ao longo da Serra da Canastra e ao leste e ao sul de Araxá-MG. Posteriormente, BARBOSA *et al.* (1970) elevaram-na a categoria de Grupo, posicionando-o sobre o Grupo Araxá. Os argumentos utilizados para esta mudança foram principalmente os contrastes metamórficos encontrados entre as duas unidades durante o mapeamento na área do Projeto Goiânia. No entanto, seu posicionamento ainda é controverso, mas a maioria dos autores o considera independente do Grupo Araxá ressaltando a existência de contrastes metamórficos. FREITAS SILVA & DARDENNE (*In: LACERDA FILHO et al. (op. cit.)*), utilizando-se de informações obtidas em trabalhos no oeste mineiro e sudoeste de Goiás, propuseram a subdivisão do Grupo Canastra, em três formações: Serra do Landim, Paracatu e Chapada dos Pilões. A posição estratigráfica destes litótipos não se encontra bem esclarecida. A luz dos novos conhecimentos, estas rochas distinguem-se daquelas do Grupo Araxá, sobretudo pelo seu metamorfismo de baixo grau.

O Grupo Canastra está bem exposto nas porções norte, oeste e centro-sul da área do projeto em contato tectônico com o Grupo Paranoá (falha de empurrão), constituído por litologias que se distribuem com maior ou menor representatividade.

de por toda a área de exposição, ocorrendo de maneira indivisa ou em faixas extensas, bem diferenciadas, onde atingem dezenas de quilômetros. Pertencem a esta unidade uma grande variedade de tipos petrográficos originados pelo metamorfismo de sedimentos diversos predominantemente pelitos e psamitos, e subordinadamente pelito-carbonáticos ou químicos.

Na área são distinguidas basicamente quatro subunidades litoestratigráficas: Canastra Indiviso, Formação Serra do Landim, Formação Paracatu e Formação Chapada dos Pilões.

O **Canastra indiviso (Mci)** tem suas melhores exposições nas porções norte da área, a oeste de Planaltina de Goiás e a noroeste de Monte Alto, limitando-se com as rochas do Grupo Paranoá por intermédio de falhamento de empurrão, nos contatos observados durante os trabalhos de campo. É constituído essencialmente por sericita, quartzo e clorita abundante em alguns afloramento e lâminas de zircão, turmalina e opacos como acessórios. Os litótipos principais são clorita-sericita-quartzo xisto, sericita xisto, quartzo-muscovita xisto, xisto grafitoso e mármore e ardósias.

A **Formação Serra do Landim (Msl)** ocorre a sul de Brasília, na região de Luziânia e Cristalina. É formada basicamente por sericita xisto, quartzo-sericita xisto, calcita-clorita-sericita xisto e quartzo-sericita-clorita xisto. Em geral estas rochas encontram-se milonitizadas com bandamento característico. Transicionam no topo para intercalações lenticulares de quartzito fino a médio, branco a creme.

Seu contato com as formações Paracatu (Mpc) e Chapada dos Pilões (Mcp) é tectônico, normalmente por falha inversa.

A **Formação Paracatu (Mpc)** ocorre sob a forma de faixas alongadas nas regiões noroeste de Sobradinho, Luziânia-Cristalina, leste de Brasília e ao longo do rio Corumbá de Goiás, sul da área. São essencialmente quartzo-sericita-clorita xistos, por vezes carbonosos. São também observadas algumas lentes ou níveis métricos a centimétricos de ortoquartzitos brancos e quartzo-sericita-clorita xisto às vezes intercalados com xisto carbonoso, quartzito fino ou metassilito.

A leste de Brasília, na região do rio São Bartolomeu, esta unidade está em contato por falha inversa com as rochas do Grupo Paranoá. Este empurrão marca o limite ocidental aproximado da zona externa da Faixa Brasília.

Neste local, a Formação foi subdividida em sete fácies litológicas: **1** – Clorita-sericita xisto carbonoso, muito fino, eventualmente cortado por veios de quartzo; **2** – Quartzo-sericita xisto carbonoso, com níveis enriquecidos em pirita, com abun-

dantes veios de quartzo e, localmente, com intercalações centimétricas de quartzito; **3** – Xisto carbonoso escuro formando placas, com raras intercalações métricas de quartzito; **4** – Xisto carbonoso homogêneo, escuro; **5** – Sericita xisto carbonoso, com clorita e abundantes veios de quartzo, com algumas lentes de quartzito; **6** – Xistos a sericita e clorita, localmente calcíticos com lentes de mármore, milonitos e quartzitos; **7** – Clorita-sericita xisto pobre em matéria orgânica.

A **Formação Chapada dos Pilões (Mcp)** aflora em faixas alongadas nas regiões de Anápolis, Pirenópolis, Cocalzinho de Goiás, Taguatinga, Luziânia, Gama e Cristalina/Ribeirão Arrojado. Caracteristicamente são quartzo-sericita-clorita xistos alternados centimetricamente e decimetricamente com quartzitos, comumente com estruturas bandadas ou laminadas, micáceos. Para o topo, o quartzito torna-se mais abundante, intercalados com xistos. Localmente ocorrem lentes de mármore e calcixistos.

Na região de Cocalzinho de Goiás, na porção oeste da área do projeto, os quartzitos formam serras alinhadas E-W constituindo vários espigões de largura variando entre 0,5 e 3km. Tais quartzitos sustentam a serra dos Pirineus, recebendo localmente nomes individuais, dentre os quais destacam-se: serras de Água Limpa, do Bicame, do Olho D'Água, São João e do Pedro (THOMÉ FILHO, *op. cit.*).

### 2.2.7 Grupo Paranoá

O primeiro autor a usar o termo **Paranoá** foi ANDRADE RAMOS (1956) ao referir-se originalmente às camadas de quartzitos puros aflorantes na região de Brasília, principalmente na cachoeira do rio Paranoá, sugerindo sua inclusão na "Série Bambuí" denominando informalmente estas rochas de "Quartzito Paranoá." BRAUN em 1969, ao estudar estas rochas na área do Projeto Brasília, dividiu o Grupo Bambuí nas formações Paranoá, Paraopeba e Três Marias. Em 1979 DARDENNE elevou a Formação Paranoá a categoria de grupo e propôs a sua divisão em subunidades. FARIA (1995) e FARIA & DARDENNE (1995) o caracterizaram como uma seqüência deposicional em ambiente marinho e o subdividiram em doze litofácies, agrupando-as em quatro megaciclos sedimentares. Os megaciclos, com *status* de formação, foram denominados da base para o topo em: Unidade Conglomerática Quartzítica (Mpa1); Unidade Siltica Ardosiana (Mpa2); Unidade Rítmica Quartzítica (Mpa3) e Unidade Rítmica Pelito-Carbonática (Mpa4).

Neste trabalho, utilizou-se para esta unidade, na área do Distrito Federal e Entorno, a concepção de FARIA (1995) e FARIA & DARDENNE (1995), caracterizando-se duas das quatro unidades deste grupo. Estas unidades ocorrem amplamente na sua porção central em uma faixa contínua que se bifurca nas direções NW e NE em contato por falha de empurrão com o Grupo Canastra. Afloram ainda de maneira descontínua no extremo-sul da área como formadora do domo de Cristalina.

Na área em estudo a referida unidade apresenta uma seqüência de metassiltito argiloso, ardósia, ritmito, quartzito e metassiltito com intercalações lenticulares de metacalcário pertencentes às unidades Rítmica Quartzítica Intermediária e Rítmica Pelito-Carbonática, respectivamente.

**Unidade Rítmica Quartzítica Intermediária (Mpa3).** Suas melhores exposições são encontradas a oeste de Formosa, próximo a Planaltina e Sobradinho e nos domos de Brasília e Cristalina. Consiste, na base, de quartzitos finos a muito finos, feldspáticos friáveis, que evoluem, para o topo, para uma alternância de laminações siltico-argilosas, metassiltito e metargilitos amarelos a avermelhados com intercalações de quartzitos finos a médios localmente grosseiros, classificados como ritmitos. O ritmito possui coloração arroxeada com tons amarelo e vermelho. De maneira geral, as fácies são areno-pelíticas, formadas pela alternância de quartzito fino, metassiltito argiloso, metassiltito carbonoso, metassiltito e metargilito em finas lâminas de espessuras milimétricas a centimétricas, assim como raras lentes de conglomerado intraformacional. O quartzito possui granulometria fina a média, bem selecionado e exibe coloração rosa amarelada a cinza claro. Os metarritmitos caracterizam-se, em geral, pela alternância de estratos milimétricos a centimétricos de metarenito, metassiltito argiloso, metargilito siltito-arenoso e ardósia na base.

**Unidade Rítmica Pelito-Carbonatada (Mpa4).** Ocorre na porção nordeste da área nas regiões de Planaltina de Goiás e Sobradinho e a norte de Taguatinga, onde caracteriza-se por um pacote no qual predomina uma alternância de metassiltito, metargilito, ardósia e, subordinadamente, quartzitos finos a médios, lentes de metacalcário cinza e dolomito com estromatólitos. O metassiltito desta unidade apresenta características semelhantes aos das outras unidades sendo uma rocha de coloração cinza-arroxeado, por vezes amarelada com tons esverdeados, muito argiloso, alternando-se com níveis de metargilito de coloração creme-arroxeado, com fraco acamamento e,

por vezes, com finas intercalações de quartzito. As ardósias ocorrem muito fraturadas e silicificadas, associadas aos metassiltitos. São caracterizadas por suas cores vermelho-arroxeado quando alterada e cinza-esverdeado onde estão menos intemperizadas. Às vezes, encontram-se extremamente fraturadas apresentando estrutura laminar homogênea e clivagem ardosiana bem desenvolvida. Ocorrem intercaladas com os metassiltitos e quartzitos em leitos milimétricos a centimétricos caracterizando os metarritmitos da unidade. O metacalcário possui coloração cinza-escuro, estrutura maciça, granulação muito fina, por vezes cortado por vênulas de calcita. Ocorre em lentes dentro do metassiltito cinza bem estratificado.

Em áreas isoladas, próximo ao contato com o Grupo Canastra, ocorrem brechas tectônicas que passam lateralmente para quartzitos finos. As relações de contato do Grupo Paranoá com o Grupo Canastra são relativamente mal definidas devido às exposições não serem muito claras. Mas os contatos são definidos por meio de uma falha de empurrão de direção preferencial noroeste. Nesta zona, tanto as rochas do Grupo Paranoá como do Grupo Canastra apresentam-se deformadas.

## 2.2.8 Grupo Ibiá – Formação Rio Verde (Nrv)

O termo Ibiá foi utilizado por BARBOSA *et al.* (1970) para descrever um conjunto de rochas metamórficas sobrepostas ao Grupo Canastra que ocorre nas cercanias de Ibiá-MG, ocupando uma faixa NW-SE que se estende para o estado de Goiás. PEREIRA (1992) dividiu-o nas formações: Cubatão e Rio Verde.

Na área do projeto ocorre apenas a **Formação Rio Verde (Nrv)**, a qual ocupa uma pequena faixa na região sul do projeto, a oeste de Cristalina.

É constituída predominantemente por calcixistos, clorita xistos e sericita xistos com leitos e núcleos de quartzo microdobrados e crenulados.

## 2.2.9 Granitos Sintectônicos - Granitos tipo Aragoiânia-Alexânia (N<sub>γ</sub>1ar)

São corpos graníticos isolados, sintectônicos, a duas micas, peraluminosos do tipo S, de granulação fina a média, por vezes miloníticos. São constituídos predominantemente de quartzo, plagioclásio (oligoclásio), feldspato potássico, muscovita, biotita e granada.

Na área, ocorrem, exclusivamente, na Folha Gama a nordeste de Alexânia e a sudeste, nas

proximidades da confluência do rio Areias com o rio Corumbá.

Encontram-se encaixados em xistos do Grupo Canastra, concordantes com sua foliação S.

### 2.2.10 Grupo Bambuí

A denominação Bambuí (RIMANN, 1917) designava inicialmente as seqüências terrígena-pelíticas que afloram nos arredores das cidades de Bambuí e Formiga, em Minas Gerais. Posteriormente, BRAUN (1969) subdividiu esta unidade em três formações: Paranoá, Paraopeba e Três Marias. BARBOSA *et al.* (1969), mapearam as rochas carbonáticas como Formação Paraopeba e as areno-pelíticas como Formação Paranoá dentro do Grupo Bambuí. DARDENNE (1978) retira a formação Paranoá do grupo Bambuí e a eleva a categoria de Grupo e subdivide o Grupo Bambuí em seis formações: Jequitaiá, Sete Lagoas, Serra da Saudade, Serra Santa Helena, Lagoa do Jacaré e Três Marias.

Neste trabalho, foi adotada a proposição de DARDENNE (*op. cit.*), para esta unidade, que consiste de uma seqüência pelito-carbonática, constituída basicamente por siltitos, argilitos, folhelhos, calcário, margas e arenitos subordinados. Os contatos deste grupo com as outras unidades são quase todos por falhas inversas ou de empurrao.

Na área em estudo, esta unidade compreende as seqüências **pelito-carbonática, terrígena, dolomítica e terrígena-carbonática**, que ocorrem de forma contínua na porção nordeste da área, na região de Formosa, em contato tectônico com as rochas do Grupo Paranoá. Ocorre também, mas de maneira descontínua, a norte de Luziânia e no domo de Cristalina-GO.

Na região de Formosa, devido à escassez de dados que permitisse uma melhor definição das rochas, foi adotada a classificação de LACERDA FILHO *et al.* (1999) que as agrupou **como Subgrupo Paraopeba Indiviso – (Npi)** consistindo de siltitos e argilitos de coloração cinza-esverdeado a avermelhado, às vezes calcíferos, lentes de calcário e intercalações de arenito arroxeados.

Já as ocorrências a norte de Luziânia, foram enquadradas como **Formação Serra da Saudade (Nss)** do subgrupo Paraopeba e, no Domo de Cristalina, como **Formação Jequitaiá (Nje)**.

A **Formação Serra da Saudade (Nss)** é constituída por argilitos de coloração verde a avermelhada, folhelhos, intercalações de siltitos e resritas lentes de calcário.

A **Formação Jequitaiá (Nje)** ocorre na borda do Domo de Cristalina sobreposta as rochas do Grupo Paranoá, sendo caracterizada como uma seqüência de sedimentos glaciogênicos constituídos por tilitos, paraconglomerados e ocorrências esporádicas de varvitos. O tilito apresenta matriz argilosa esverdeada com seixos, blocos e matações de quartzito, chert, dolomito, gnaisses, granitos, xistos e rochas vulcânicas.

### 2.2.11 Coberturas Detrito-lateríticas Terciário-Quaternárias (TQdl)

Esta unidade tem ampla distribuição na área do projeto formando superfícies aplainadas com altitudes entre 900 e 1.150m, atualmente em processo de dissecação marginal pela erosão.

As lateritas desenvolvem-se sobre todos os terrenos geológicos e são geomorfologicamente correlacionadas à superfície Sul-Americana de KING (1956). As crostas cujos perfis completos incluindo todos os horizontes envolvidos no processo, podem chegar a 20m de espessura são de lateritas autóctones maduras e imaturas, cuja diferenciação de horizontes nem sempre é nítida. Nos perfis mais desenvolvidos são observáveis os seguintes horizontes:

Horizonte superficial: é uma camada de espessura inferior a 1 metro, areno-argilosa, desestruturada, de cores amareladas e que desaparece quando o declive se acentua.

Horizonte concrecional: inclui a crosta propriamente dita, formada por concreções frequentemente colunares, parcialmente cimentadas por óxidos de ferro e alumínio, dando origem a uma textura do tipo “pseudo-onça pintada”. Os minerais predominantes são hematita terrosa e goetita de ferro ou alumínio e gibsite. Sua espessura varia de 0,5 a 6m.

Horizonte argiloso: é de caráter saprolítico, com cores avermelhadas, chegando até a 15m de espessura.

Horizonte pálido: ocupa a interfície rocha fresca/saprolito, tendo forma irregular e espessura variável (menos de 2m) e cores claras.

Nesse trabalho o termo laterito foi utilizado para designar as formações resultantes de produto de intenso intemperismo, formado a partir de um conjunto de minerais, incluindo óxidos ou hidróxidos de ferro ou alumínio, caulinita e quartzo, caracterizados pela razão  $\text{SiO}_2(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3)$ , cujo valor não pode exceder aquele requerido para quartzo e caulinita. Nestas condições inclui: bauxitas, ferricretes, crostas ferruginosas ou aluminosas, horizonte mosqueado, *carapaças*; plintitos, pisólitos ou nódulos de hematita e/ou goetita

do horizonte avermelhado ou amarelado dos solos ferruginosos tropicais.

Diversos autores relatam a formação de lateritos em vários estágios de desenvolvimento, correspondendo a diversas fases pedoclimáticas que atuaram durante o Cenozóico, fazendo amplas correlações regionais. Devido ao objetivo deste trabalho, essa discussão não será aprofundada.

A relevância econômica das coberturas lateríticas reside nos depósitos supergênicos de mangês e de níquel e ouro detrítico que contêm e nos indícios indiretos para prospecção mineral. Na construção civil, são utilizadas *in natura* como blocos ou pedras de mão, de usos diversos, conhecidas como *tapiocanga* ou *pedra canga*. De singular importância é o emprego em estradas, para as quais, devido as boas características de compactação e resistência, exploram-se extensas cascalheiras, de ótimas qualidades para uso frequente como por exemplo, em obras de pavimentação como revestimento solto ou base para asfalto.

### 2.2.12 Cobertura Arenosa Indiferenciada (QP<sub>i</sub>)

Sob a denominação de Cobertura Arenosa Indiferenciada foram agrupadas todas as coberturas residuais e/ou transportadas relacionadas ao Ciclo de Aplainamento Velhas. Sua caracterização é difícil e estão representadas por solos arenosos, areno-argilosos e, mesmo, argilo-arenosos, que mascaram quaisquer evidências de outras unidades geológicas subjacentes.

Ocupam principalmente a região do vale do rio Pamplona, onde assentam discordantemente sobre as unidades sotopostas, sendo que na área, estão sobre as lateritas.

São areias inconsolidadas de coloração cinzenta, amarelada ou avermelhada, sem estruturas sedimentares, de granulação fina a média, com grãos arredondados e esféricos, normalmente foscas e com pouca matriz.

A espessura máxima observada foi de 3m, supondo-se no entanto, que possa ter maior posição em outros locais.

É interessante observar que essa formação também é encontrada na região sudoeste de Goiás e até no estado de Mato Grosso, na região das vertentes do rio Araguaia.

### 2.2.13 Aluviões Holocênicas (QH<sub>a</sub>)

Nos leitos das drenagens que cortam a área ocorre expressivo volume de aluviões, onde são

inclusive exploradas as areias para construção civil. No entanto, devido ao fato desses rios correrem em vales encaixados, os depósitos são, na sua maioria, encontrados nos leitos dos rios, onde são explorados através de dragas.

Ao longo das sub-bacias dos rios Corumbá, até sua confluência com o rio das Antas; Areias; Jacaré; do Sal; Verde; Palmas e do Ouro, tem-se o predomínio de areias brancas, quase puras, finas, quartzosas, sendo de menor volume, as frações mais grosseiras.

Nas sub-bacias dos rios Corumbá após sua confluência com o rio das Antas; São Bartolomeu; Antas; dos Macacos; Oliveira Costa; Descoberto; Pamplona; Palmital; Alagado e Capivari, predominam areias médias a grossas, quartzosas, com níveis de cascalho.

Em toda a área, o volume relativo de silte e argila nas aluviões é pequeno.

## 2.3 Bibliografia

ALMEIDA, F. F. M. de. Observações sobre o Pré-Cambriano da região central de Goiás. Bol. Paranaense Geoc., Curitiba - UFPR, n.6, 1967. p.19-23.

ALVARENGA, C. J. S. de; DARDENNE, M. A. Geologia dos grupos Bambuí e Paranoá. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30, 1978, Recife. Anais... Recife:SBG, 1978. v.2, p. 546-56.

ANDRADE RAMOS, J. R. de. Reconhecimento Geológico no Território do Rio Branco. Rio de Janeiro:DGM, 1956. p. 58-62. (Relatório Anual)

ARAÚJO, V. A. de. Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB. Folha SE.22-X-B-I. Nerópolis. Escala 1:100 000. Goiânia: CPRM, 1994. 98p.

BARBOSA, O. *et al.* Geologia e Inventário dos Recursos Minerais do Projeto Brasília - Relatório. Rio de Janeiro: PROSPEC/DNPM, 1969. 225 p.

BARBOSA, O. *et al.* Projeto Goiânia - Relatório Preliminar. Goiânia: DNPM/PROSPEC, 1970, 75p. (Relatório do Arquivo Técnico da DGM, 511).

BARBOSA, O. Geologia econômica e aplicada a uma parte do Planalto Central Brasileiro. Goiânia:DNPM/PROSPEC, 1963. 70p.

BRAUN, D. P. G. Novas Contribuições à Estratigrafia e aos limites do Grupo Bambuí. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32, 1982, Salvador. Anais... Salvador:SBG, 1978. V.1.

BRAUN, O. P. G. & BAPTISTA, M. B. Considerações sobre a Geologia Pré-Cambriana da Re-

gião Sudeste e parte da Região Centro-Oeste do Brasil. Publ. Espec. – SBG – Nuc. BA, Salvador, n.13, p.225-368, 1978.

BRAUN, O. P. G. & FRANCISCONI, D. Algumas considerações sobre o grupo Bambuí em face dos conceitos mais atuais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 29, 1976, Ouro Preto. Resumos... Ouro Preto:SBG, 1976. p. 31 - 32.

BRAUN, P. G. *et al.* Projeto Brasília-Goiás. Goiânia: DNPM, 1969. 2v.

COSTA, L. A. M. *et al.* Novos conceitos sobre o grupo Bambuí e sua divisão em tecto-grupos. Boletim de Geociências, Rio de Janeiro, n.5, 1970.

DARDENE, M. A. *et al.* Os Grupos Bambuí e Paranoá na Faixa Brasília. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO CRATON DO SÃO FRANCISCO E SUAS FAIXAS MARGINAIS, 1, 1979, Salvador. Anais ... Salvador:SBG, 1979.

DARDENNE, M. A. *et al.* Geologia da região de Goiás-GO, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 26, 1972, Belém. Boletim de Resumos... Belém:SBG, 1972. p. 97-98.

DARDENNE, M. A. *et al.* Revisão Estratigráfica do Grupo Araxá na região da Serra Dourada-Go. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO CENTRO-OESTE, 1, 1981, Goiânia. Ata ... Goiânia: SBG, 1981. p.664-681.

DARDENNE, M. A. *et al.* Síntese sobre a estratigrafia do Grupo Bambuí no Brasil Central. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30, 1978, Recife. Anais. Recife: SBG, 1978. v.2, p.597-610.

DARDENNE, M. A. Os grupos Paranoá e Bambuí na Faixa Dobrada Brasília. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRATON DO SÃO FRANCISCO E SUAS FAIXAS MARGINAIS, 1, 1979, Salvador. Anais... Salvador: SBG, 1979. p. 140-157

FARIA, A. ; DARDENNE, M. A. Estratigrafia do Grupo Paranoá na região de Alto Paraíso de Goiás - São João D'Aliança - GO. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO CENTRO-OESTE, 5, 1995, Goiânia. Boletim... Goiânia: SBG – N.C.O., 1995. p. 75-77.

FARIA, A. Estratigrafia e Sistemas Depositionais do Grupo Paranoá nas Áreas de Cristalina, Distrito Federal e São João d'Aliança - Alto Paraíso de Goiás. 1995. 199p. Tese (Dissertação de Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade de Brasília – UnB, 1995.

FARIA, A. Geologia do Domo de Cristalina-GO. Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, v.15, n.3, p. 231-240, 1985.

FERRARI, P. G. A formação Ibiá e sua Pertinência ao Grupo Araxá. In: SIMPÓSIO DE

GEOLOGIA DE MINAS GERAIS, 5, 1989, Belo Horizonte. Anais...Belo Horizonte:SBG,1989. p. 257-261.

FISCHEL, D. P.; PIMENTEL, M. M.;FUCK, R. A. Idade do metamorfismo de alto grau no Complexo Anápolis - Itauçu, Goiás, determinada pelo método Sm-Nd. Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, n. 28, v. 4, p. 543-544, 1998.

FREITAS SILVA, F. H.; CAMPOS, S. E. G. Geologia do Distrito Federal. In: Inventário Hidrogeológico e dos Recursos Hídricos Superficiais do D.F. Brasília: IEMA/UnB, 1998. 86 p. (Relatório Inédito)

FUCK, R. A.; MARINI, O. J. O Grupo Araxá e unidades homataxiais. In: SIMPOSIO SOBRE O CRATON DO SÃO FRANCISCO E SUAS FAIXAS MARGINAIS, 1, Salvador, 1981. Anais... Salvador: SBG/BA. p.118-130.

KING, L. C. A. Geomorfologia do Brasil Oriental. Revista Brasileira de Geociências, Rio de Janeiro, n.2, 1956. p.174-265.

KÖPPEN, W. Climatologia. Trad. de Pedro Ferez. México: Fundação de Cultura Econômica, 1948.

LACERDA FILHO, J. V. de; Oliveira, C. C. Geologia da Região Centro Sul de Goiás. Boletim de Geociências do Centro Oeste, v. 18, 1/2, 1995. p. 3-19.

LACERDA FILHO, J. V. Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB. Folha SE.22-X-B-VI - Caraíba. Goiânia:CPRM/DNPM, 1994. 149p. Relatório Inédito

LACERDA FILHO, J. V.; OLIVEIRA, C. C. Geologia da Região Sudeste de Goiás. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO CENTRO-OESTE E BRASÍLIA, 4, 1994, Brasília, 1994. Anais... Brasília: SBG-Núcleos Centro-Oeste e Brasília, 1994. p.157-160.

LACERDA FILHO, J. V. de; REZENDE, A.; SILVA, A. da. Programa Levantamentos Geológicos Básicos. Geologia e Recursos Minerais do Estado de Goiás e Distrito Federal. Esc. 1:500.000. Goiânia: CPRM, 1999. p. 37 e 56-57. (Conv. CPRM / METAGO S.A., UnB).

MARINI, O. J. et al. As faixas de dobramento Brasília, Uruaçu e Paraguai-Araguaia e o Maciço mediano de Goiás. SCHOBENHAUS, C. *et al.* Geologia do Brasil. Brasília: DNPM, 1984. p. 251-303.

NASCIMENTO, F. S. Projeto Rochas Vulcano-Sedimentares. Frente Rio do Peixe. Relatório Preliminar de Pesquisa. Goiânia: METAGO, 1985. Inédito.

OLIVEIRA, C. C. Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB. Folha SE.22-X-B-V - Leopoldo de Bulhões.

Escala 1:100 000. Goiânia: CPRM/DNPM, 1994. 151p.

PEREIRA, L. F. Relações tectono-estratigráficas entre as unidades Canastra e Ibiá na região de Coramandel, MG. Brasília, 1992. 75p. (Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências da Universidade de Brasília - UnB). Inédito.

RADAELLI, V. A. Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB. Folha SE.22-X-B-II - Anápolis. Escala 1:100 000. Goiânia: CPRM, 1994. 113p.

RIBEIRO FILHO, E. B. ; GONÇALVES, J. H. Geologia da Região da Megainflexão dos Pirineus. Área Serra do Bonito. Brasília: UnB, 1981. (Univ. de Brasília, Relatório de Graduação).

RIMANN, E.T. A Kimberlita no Brasil. *Ann. Esc. Minas*, Ouro Preto, n.15, p.27-32, 1917.

SCHOBENHAUS, C. *et al.* Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, Folha Goiânia - SE.22. Brasília: DNPM/CPRM, 1975

SIMÕES, L. S. A & VALERIANO, C. M. Porção meridional da Faixa Brasília: estágio atual do conhecimento e problemas de correlação tectono-estratigráfica. *In.*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36, 1990, Natal. Anais... Natal: SBG, 1990. v. 6, p. 2564-2575.

THOMÉ FILHO, J. J. Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB. Folha SD.22-Z-D - Pirenópolis. Escala 1:100 000. Goiânia: CPRM/DNPM, 1994. 96p.



## 3 GEOLOGIA ESTRUTURAL

### 3.1 Introdução

A área mostra uma história deformacional complexa e polifásica, desde o Ciclo Transamazônico até o Brasileiro, com prováveis reativações neotectônicas. O conjunto de rochas metamórficas representado pelo Complexo Granulítico Anápolis-Itaçu, Associação Ortognáissica Migmatítica, pela Seqüência Metavulcanossedimentar Rio do Peixe e pelos metassedimentos dos Grupos Araxá, Canastra, Paranoá e Ibiá, foi afetado por um regime tectono-estrutural de cisalhamento dúctil simples, de natureza contracional, com a geração de estruturas de imbricamento crustal e *nappes* tectônicos.

Em níveis crustais superiores, os metassedimentos do Grupo Bambuí refletem um tectônica compressional em direção ao Cráton de São Francisco.

Após a formação das Coberturas Detrito-lateríticas Terciário-Quaternárias, há fortes evidências de falhamentos normais reativando antigas estruturas.

Com os dados obtidos nas atividades de campo, na interpretação de aerofotos na escala 1:60.000 e imagens de satélite, aliados ao estudo bibliográfico sobre a região, foi possível identificar e caracterizar três importantes eventos tectônicos proterozóicos, na área. O primeiro e o segundo desenvolveram-se sob regime dúctil e o terceiro em regime caracteristicamente rúptil. Um último evento, cenozóico, rúptil, é também interpretado.

### 3.2 Seqüência de Eventos

O **Evento 1** é o mais antigo, transamazônico. Está restrito ao canto sudoeste da área onde afetou intensamente as rochas das unidades (Complexo Granulítico Anápolis-Itaçu, Associação Ortognáissica Migmatítica e a Seqüência Metavulcanossedimentar Rio do Peixe). Distinguem-se com clareza duas fases de deformação, das quais resultaram estruturas imbricadas que justa-

põem granulitos orto com paraderivados e com os granitóides da Associação Gnáissico-Migmatítica e, de um componente rúptil, na fase final. Estas deformações foram também responsáveis pelo desenvolvimento de uma forte lineação de estiramento, dispostas entre NNW e EW, associada a espessas zonas de cisalhamento com expressivas faixas miloníticas e protomiloníticas, por vezes acompanhadas de retrometamorfismo com intensa transformação dos litótipos envolvidos.

O **Evento 2** desenvolveu-se durante o Ciclo tectono-metamórfico Brasileiro. Constitui-se no mais importante conjunto de deformações dúcteis de toda a área estudada. As feições estruturais geradas neste evento apontam para um modelo de cisalhamento simples progressivo, tangencial, com o cavalgamento do bloco sudoeste (Complexo Granulítico) sobre os metassedimentos Araxá e destes sobre as litologias do Grupo Canastra. Afetou com grande intensidade estas rochas, envolvendo também, as rochas do Complexo Granulítico e a Seqüência Metavulcanossedimentar. Compreende três fases de deformação, reconhecidas principalmente, nos grupos Araxá e Canastra, estruturados por movimentos tangenciais (duas fases), essencialmente de baixo ângulo e transcorrentes oblíquos (uma fase). Este evento gerou também estruturas como a megaflexura dos Pirineus (LACERDA FILHO & OLIVEIRA, 1994), *nappes* e cavalgamentos e o desenvolvimento de expressivas foliações miloníticas. São ainda observadas estruturas em anticlinais e sinclinais assimétricas, dobras invertidas e dobramentos flexurais do tipo *chevron*, além de dobramentos amplos e abertos no grupo Paranoá. Falhas normais oblíquas e de cisalhamento direcionais de pequeno rejeito, resultantes da reativação de antigas zonas de fraquezas são também produtos deste evento. A intersecção de eixos de dobras abertas com direção E-W e dobras com o eixo ortogonal N-S resultou em estruturas de interferências dos tipos domo e bacia.

O **Evento 3**, de natureza caracteristicamente rúptil, mas com alguns componentes dúctil/rúptil, afetou todas as unidades da área, durante o Ciclo Brasileiro. Está representado por sistemas de fraturas e falhas nos metassedimentos Araxá, Canastra, Paranoá e Ibiá. No Grupo Bambuí gerou dobramentos holomórficos e grandes falhas inversas com acentuada vergência para o Cráton do São Francisco. Reflexo do transporte tectônico em direção à região em apreço por meio de esforços de compressão sobre estas rochas. Tais esforços provocaram deformações e rupturas, gerando também cavalgamentos, dobramentos apertados, principalmente nos pelitos próximos a suas bordas, tornando-se intensas ao longo dos falhamentos cavalgantes que os separam dos grupos Paranoá e Canastra. Já em direção ao interior da bacia, as deformações são de natureza epidérmica, com camadas pouco perturbadas, dispondo-se de forma sub-horizontal ou em ondulações amplas e suaves texturas, permitindo que as estruturas primárias fossem preservadas.

Nos granulitos e granitóides gnáissicos caracterizam-se pela reativação dos planos de fraquezas, gerados nas deformações do evento 2 e subordinadamente do evento 1. As estruturas associadas a deformação rúpteis compreendem falhas e fraturas de dimensões regionais, na maioria das vezes de âmbito local, sem e/ou marcada por zonas de brechação cataclástica, de direção preferencial NE-SW, NW-SE, NNW-SSE e uma segunda preferencial N-S. Sua orientação é nitidamente NE e os mergulhos são comumente altos, por vezes, subverticais.

Um último evento, de característica rúptil, mostrando alçamento e afundamento de blocos, após a formação das coberturas detrítico-lateríticas pode ser interpretado. No leste da área, os rios Preto e Bezerra, interrompem bruscamente a deposição de aluviões, ao mesmo tempo que se encaixam em lineamento de direção E-W. Daí, para Sul, o rio Preto passa a escavar seu leito, demonstrando um provável alçamento do bloco sul.

O traçado do rio Preto mostra que seu antigo curso se unia com o rio São Marcos, ambos fluindo no sentido Sul. Um notável evento desviou seu curso para Leste. Um lineamento de direção NW-SE pode ser interpretado como o causador do fenômeno. Tal lineamento faz o contato das unidades do Grupo Canastra/Formação Serra do Landim, para SW, com as unidades do Grupo Paranoá/Unidade Rítmica Quartzítica e Grupo Bambuí/Subgrupo Paraopeba Indiviso, para NE. A partir do lineamento, para Sul, o rio São Marcos mostra-se aluvionado, para norte, o rio Preto escava seu curso.

A mesma orientação NW-SE baliza, a norte e sul, as coberturas detrítico-lateríticas sobre as quais se assenta a cidade de Brasília, demonstrando que um basculamento do bloco preservou as coberturas dos processos erosivos. No limite sul do bloco, pode-se inferir uma reativação da falha NW que separa a Formação Chapada do Pilões, da Unidade Rítmica Quartzítica Intermediária do Grupo Paranoá.

Outra evidência de movimentação tectônica jovem é a diferença em cota das chapadas elevadas do Planalto do Distrito Federal (entre 1.200 e 1.300m), e os planaltos das bacias dos rios Preto e São Marcos (entre 900 e 1.000m). Essa discrepância de cotas, pode ser explicada por reativações neotectônicas posteriores ao aplainamento gerador das chapadas.

### 3.3 Elementos Estruturais

A caracterização dos elementos estruturais das diferentes unidades geológicas permite distinguir e identificar na área, três domínios litoestruturais: o primeiro situa-se na sua porção sudoeste e abrange o Complexo Granulítico Anápolis-Itaçu, a Associação Ortognáissica Migmatítica e a Sequência Metavulcanossedimentar Rio do Peixe. Ocupando cerca de 1% da área estudada, este domínio exibe como elementos principais, falhas (transcorrentes) e zonas de cisalhamentos de direção preferencial NW-SE, imbricamentos crustais, além de foliações miloníticas e protomiloníticas paralelas aos contatos, com mergulhos médios a baixos (25° a 40°) mostrando padrões planares de direção NNW-SSE traduzidos em bandamento gnáissico de orientação preferencial NW-SE e lineação para NW. Ocorre ainda uma segunda foliação milonítica de transposição de direção E-W/subvertical e uma terceira de natureza dúctil/rúptil que corta todas as outras, de direção NE-SW. As fraturas e falhas dominantes mostram íntima relação genética com as deformações ocorridas anteriormente, evidenciando reativações de antigos planos de fraqueza. As fraturas com características transversais ou de tração, diagonais ou de cisalhamento podem ocorrer, às vezes, como fraturas longitudinais. Estas, mais raramente, podem ser correlacionadas ao evento 1.

O segundo domínio ocupa a porção centro oeste da área compreendendo os metassedimentos Araxá, Canastra, Paranoá e Ibiá representando cerca de 70% do total da área. Exibem zonas de cisalhamento do tipo contracional, dobras de estilo variado, além de uma forte foliação de transposição, reflexo do cisalhamento. Entre os falhamentos ligados aos grupos Araxá e Canastra des-

tacam-se dois sistemas: o NNW-SSE transcorrente que margeia o cinturão dobrado e um NE-SW transcorrente que corta o falhamento principal. Nos metassedimentos Araxá, Canastra, Paranoá e Ibiá é nítida a reativação de estruturas antigas.

Este domínio apresenta duas fases de deformação. Na primeira fase uma foliação milonítica S1, penetrativa de baixo ângulo, paralela ao acamamento. A segunda caracteriza-se por uma superfície milonítica S2 que responde pela transposição parcial de S1 e S0 com direção preferencial NW-SE e mergulhos para SW. A xistosidade (S2) e plano axial bem desenvolvido é o elemento planar constante de natureza penetrativa mais comum a todas as rochas. A lineação (Lx) é marcada por um forte estiramento mineral e uma distribuição preferencial para SE, nas rochas dos grupos Araxá e Canastra.

São reconhecidas dobras apertadas, invertidas, assimétricas, co-participantes de falhamento de empurrão, que em geral posicionam as rochas mais antigas sobre as mais novas. Os eixos de dobras estão arranjados de oeste para leste paralelamente a direção do empurrão. Em vários locais ocorrem nos grupos Araxá, Canastra Paranoá e Ibiá dobramentos resultantes das duas fases de deformação que afetaram estas rochas. A primeira gerou dobras isoclinais e a xistosidade S1 subparalela ao acamamento de natureza milonítica. A segunda deu origem a uma foliação relativamente constante e uma lineação bem representada por eixos de dobras com caimento para NNE e NNW. Os dobramentos afetam principalmente as rochas pelíticas, mas o estilo das dobras é freqüentemente perturbado pela superposição de mais de uma fase de deformação.

O terceiro domínio situa-se nas porções leste e nordeste da área abrangendo as rochas dos grupos Paranoá e Bambuí. É marcado por um padrão determinado de falhas. São falhas de cavalgamento de direção N-S, falhas normais e normais obliquas, transcorrentes reativadas e falhas extensionais. No Grupo Bambuí as falhas são normais ou inversas de alto ângulo com orientação N-S e vergência para o Cráton do São Francisco.

Na porção centro sul da área foram identificadas por diversos autores estruturas de forma dômica. O domo de Brasília constitui uma estrutura dômica alongada com eixo maior no sentido norte-sul onde afloram os metassedimentos do Grupo Paranoá. O domo de Cristalina constitui uma estrutura dômica alongada com eixo maior encurvado de sudoeste para nordeste expondo os metassedimentos do Grupo Paranoá dentro do Grupo Canastra.

### 3.4 Interpretação Estrutural das Feições de Interesse Hidrogeológico

Na área, predominam as rochas metamórficas ou cristalinas que constituem um meio heterogêneo onde a circulação da água subterrânea é condicionada as discontinuidades físicas das rochas, características própria dos aquíferos fissurados. Uma simples observação dos cursos dos rios Corumbá, Descoberto, São Bartolomeu, Areias e outros de menor porte mostra que a retinidade de alguns dos seus trechos coincide com as direções de fraturamento regional que afetou suas litologias. Considerando-se que estes elementos fissurais se constituem nas próprias formas primárias de recarga, armazenamento e circulação hídrica, estes trechos mostram que tais rochas constituem-se nas principais zonas de recargas da região, sugerindo, portanto, a existência de áreas fraturadas que possam se constituir em aquíferos. Em especial, os lineamentos NW- SE, interpretados como reativados tectonicamente durante o Cenozóico, são sítios favoráveis à intensa circulação de água.

São granulitos, orto e paraderivados, xistos, quartzitos, metassiltitos, argilitos, calcixisto, calcários e mármore em elevadas posições topográficas e submetidos a intensos fraturamentos e dobramentos, A análise estrutural destas litologias fornece importantes informações para o entendimento das características hidrogeológicas da área, uma vez que a partir deste conhecimento pode-se traçar importantes parâmetros para a infiltração, armazenamento e circulação de água subterrânea, bem como, a vulnerabilidade natural do aquífero e conseqüentemente a locação de poços.

Constata-se que as melhores estruturas favoráveis a infiltração e armazenamento de água são as falhas e fraturas, Na identificação das estruturas com boas probabilidade de acumulação de água, é importante utilizar-se da classificação genética das mesmas, que, dependendo da maneira como se apresentam em relação ao esforço atuante podem ser importantes com relação ao aspecto hidrogeológico.

Dentre as falhas e as fraturas as mais favoráveis são as extensionais ou abertas. Destacam-se ainda as transversais, fraturas paralelas aos eixos das dobras e as longitudinais, A presença de fraturas abertas tem um importante papel na prospecção de água subterrânea, porque quanto maior é a densidade de fraturamentos maior será a sua capacidade de acumulação e circulação de água subterrânea. As grandes falhas e fraturas

presentes na área podem, portanto, se transformar em grandes canais de circulação e acumulação de água e fornecer grandes vazões. Já as falhas de cisalhamento, provenientes de esforços compressivos, acarretam planos fechados, portanto não favoráveis. Neste caso conterão pouca quantidade de água ou nenhuma. As de cisalhamento que possuírem zonas de milonitização e cataclase tornam-se favoráveis, quando estas zonas estão submetidas a ação do intemperismo, provocando a alteração e decomposição das rochas, propiciando desta forma, a infiltração e acumulação de água. Neste caso, poderão produzir um volume moderado de água (LADEIRA, 1985).

Já o relacionamento entre os dobramentos e a hidrogeologia os efeitos são discutíveis. Porque embora os dobramentos favoreçam a infiltração de água por intermédio dos planos de estratificação o seu potencial hidrogeológico depende de outros fatores como as fraturas extensionais e de alívio geradas no desenvolvimento de uma dobra provocada pela compressão com o aparecimento de uma tração perpendicular aos esforços atuantes.

Quando observados em conjunto sobre o mapa geológico, dois sistemas preferenciais se destacam na área. Um de direção NW-SE e o outro NE-SW, sendo este o mais proeminente. No entanto, ambos mostraram em observações de campo algumas fraturas abertas, portanto, com características extensionais. O primeiro sistema ocorre nas porções oeste e sudoeste da área afetando principalmente as rochas granulíticas e os metassedimentos Araxá e Canastra. Em virtude de seu paralelismo com a direção do cisalhamento regional, sugere tratar-se de um sistema composto de fraturas de cisalhamento, isto é pouco aberto. No entanto as fraturas abertas poderiam ser interpretadas como fraturas paralelas à direção do esforço atuantes e geradas por tração perpendicular ao esforço. Enquanto as fechadas seriam fraturas formadas ao longo do eixo do esforço. As primeiras também poderiam ser fraturas de cisalhamento reativadas em regime extensionais.

O segundo sistema apresenta-se em sua maioria com características extensionais. Ocorre afetando todas as unidades da área. É formado por fraturas e falhas de direção preferencial NE-SW e N-S. Estas fraturas na sua maioria são abertas mas, muitas vezes, estão preenchidas por veios de quartzo. O condicionamento de veios de quartzo preenchendo fraturas segundo estas direções indicam que as mesmas representam fraturas de extensão. Em geral os eventos rúpteis estão relacionados com reativações de falhamentos

de natureza dúcteis e rúpteis ocasionando estruturas extensionais em geral materializadas em falhas normais.

As rochas dos grupos Araxá, Canastra, Paranoá e Ibiá apresentam-se regionalmente dobradas com eixos de direções aproximadas N-S e NE. As fraturas que apresentam direções E-W e NW-SE, são perpendiculares aos eixos maiores por isso têm grande importância com relação aos aspectos hidrogeológicos. Os domos apresentam eixos aproximadamente N-S sugerindo que as fraturas perpendiculares a direção destes eixos podem ser abertas, com bom potencial para acumular água.

As formações carbonáticas estão presentes nos grupos Araxá, Canastra, Paranoá e principalmente no Grupo Bambuí. Em todas elas há evidências de carstificação com a ocorrência de cavernas e dolinas. Embora localizado, tem grande importância para a hidrogeologia da área devido a suas formas particulares de recarga, circulação e armazenamento de águas podendo constituir-se em bons aquíferos. A carstificação sendo um processo anisotrópico, a sua forma e a direção de seus elementos dependem basicamente da direção dos principais sistemas de fraturas; da permeabilidade geométrica destes sistemas e do sentido principal do gradiente hidráulico. A carstificação depende sobretudo da relação entre o gradiente hidráulico e a direção espacial das fraturas.

As zonas de maior castificação são geralmente imbuídas de forte controle estrutural e refletem em superfície feições morfológicas típicas como dolinas e áreas de afundamento. Estas feições geralmente são adotadas como fatores guias ou critérios de locação de poços. O alinhamento de dolinas sugere zonas preferenciais de maior controle estrutural ou de maior castificação. A identificação destes elementos é um valioso instrumento para a hidrogeologia.

### 3.5 Bibliografia

ALMEIDA, F. F. M. de *et al.* Províncias estruturais brasileiras. *In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE*, 8, 1977, Campina Grande. Atas... Campina Grande: SBG, 1977, p.363-391.

ALMEIDA, F. F. M. de. A evolução dos Crátons Amazônico e do São Francisco comparada com a de seus Homólogos do Hemisfério Norte. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 30, Recife, 1978. Anais... Recife: SBG, v.6, 1978, p.393 - 407.

ALMEIDA, Fernando Flávio Marques de. *Evolução Tectônica do Centro-Oeste brasileiro no*

Proterozóico Superior. Anais da Academia Brasileira de Ciências, n. 40, p. 285-295, 1968.

ARAÚJO FILHO, J. O. de; KUYUMJIAN, R. M. Uma hipótese alternativa para a origem e evolução dos terrenos arqueanos e das seqüências vulcano sedimentares paleo-proterozóicas de Goiás. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 37, 1992, São Paulo. Anais... São Paulo:SBG, 1992, p. 168-9.

BARBOSA, P. A. R.; SILVA, A. Modelo Deformacional para o Sudeste de Goiás e suas Implicações Metalogenéticas. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 37, 1992. Anais... São Paulo:SBG, 1992, v. 2, p. 315.

BRAUN, O. P. G. Uma Discussão Sobre Alguns Aspectos Geotectônicos e Estratigráficos das Seqüências Pré-cambrianas do Centro-Leste de Goiás. *In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO CENTRO OESTE*, 1, 1981, Goiânia. Anais ... Goiânia:SBG, 1981, p.9-29.

DANNI, J. C. M.; FUCK, R. A. Unidades Tectono-Estratigráficas do Embasamento das Faixas Dobradas da Margem Ocidental do Cráton do São Francisco. *In: SIMPÓSIO SOBRE O CRÁTON DO SÃO FRANCISCO E SUAS FAIXAS MARGINAIS*, 1, Salvador, 1981. Anais... Salvador:SBG, 1981, p. 130-139

DARDENE, M. A. Zonação tectônica na borda ocidental do Cráton São Francisco. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 30, 1978, Recife. Anais... Recife:SBG, 1978, p. 299 - 308.

FONSECA, M. A. & DARDENNE, M. A. Compartimentação estrutural de parte da zona externa da Faixa Brasília ao norte da inflexão dos Pireneus. *In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO CENTRO-OESTE*, 4, 1994, Brasília. Anais... Brasília: SBG, 1994, p. 181-183

FONSECA, M. A. Estilos estruturais e o arcabouço Tectônico do Segmento Setentrional da Faixa Brasília. 172p. 1996. Tese. (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília - UnB, Brasília, 1996.

FONSECA, M. A.; DARDENNE, M. A.; UHLEIN, A. Evidências Estruturais de Evolução

Diacrônica entre os Segmentos Norte e Sul da Faixa Brasília, durante a Orogênese Brasileira. *In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO CENTRO-OESTE*, 6, 1997, Cuiabá. Atas... Cuiabá: SGB, 1997, p. 93-9.

HASUI, Y.; HARALYI, N. L. E. A Megaestruturação de Goiás. *In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO CENTRO-OESTE*, 2, 1985, Goiânia. Atas... Goiânia:SBG, 1985, p. 120-130.

LACERDA FILHO, J. V.; OLIVEIRA, C. C. Gênese e Evolução Geológica das Rochas Granitóides da Região Sul de Goiás. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 38, 1994, Camboriú. Anais... Camboriú:SBG, 1994, p. 146-147.

MARINI, O. J. *et al.* Geotectônica da Faixa Móvel Brasília e do seu embasamento. *In: SIMPÓSIO SOBRE CRÁTON DO SÃO FRANCISCO E SUAS FAIXAS MARGINAIS*, 1, Salvador, 1979. Resumos... Salvador:SBG, 1979, p.52-54.

PEREIRA, L. F. Relações tectono-estratigráficas entre as unidades Canastra e Ibiá na região de Coramandel, MG. Brasília, 1992. 75p. (Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências da Universidade de Brasília - UnB). Inédito.

SEER, H. J. Estudo da Deformação em Zonas Internas de Orogênes: o exemplo da Área Tipo do Grupo Araxá, Araxá, Minas Gerais. Brasília: UnB, 1997. (Plano de Tese Submetido a Exame de Qualificação. Instituto de Geociências, UnB).

SEER, H. J. Evolução tectônica dos grupos Araxá, Ibiá e Canastra na sinforme Araxá, Minas Gerais. 267p. 1999. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília – UnB, Brasília, 1999.

WINGE, M. Evolução dos Terrenos Granulíticos da Província Estrutural Tocantins, Brasil Central. 1995. 140p. Tese. (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de Brasília – UnB, Brasília, 1995.

WINGE, M. & DANNI, J. C. M. Evolução dos cinturões granulíticos da Província Estrutural Tocantins, Goiás. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS*, 5, 1995, Gramado. Atas.... Gramado: SBG, 1995, p. 109-111.

## 4 MATERIAIS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL, INSUMOS AGRÍCOLAS E OUTROS BENS MINERAIS

### 4.1 Introdução

A exploração de materiais para a construção civil e insumos agrícolas nas proximidades de áreas urbanas constitui conflito de uso do solo que vem afetando seriamente o abastecimento desses centros consumidores. Em virtude da expansão urbana esta exploração é deslocada para áreas cada vez mais distantes desses centros, instalando-se, em regiões que, por sua vez, são invadidas por novas habitações.

Este processo contínuo de deslocamento e urbanização gera grande desordenamento no crescimento das cidades. Para solucionar este problema é necessário a elaboração de um zoneamento de uso e ocupação do solo dessas áreas, visando melhor aproveitamento da ocupação urbana e conseqüente redução dos custos de produção desses materiais. Para tanto, é preciso necessário localizar e caracterizar esses bens minerais de modo a entender como esta atividade de exploração pode produzir as matérias-primas necessárias ao desenvolvimento desses centros urbanos a custos mais baixos e compatíveis com a realidade de cada município.

Neste trabalho, procuramos mostrar a localização de cada bem mineral e sua potencialidade, visando produzir dados capazes de orientar o desenvolvimento da atividade mineral integrada ao planejamento urbano.

### 4.2 Materiais para a Construção Civil e Insumos Agrícolas no Distrito Federal e Entorno – (Área do Projeto ZEE RIDE – Fase I)

Os municípios abrangidos por este trabalho não têm a sua área total englobada nos limites do Projeto. O critério utilizado para a delimitação da

área em estudo foi o de sub-bacias e não o limite geográfico de cada município do DF e Entorno.

Assim, verificamos que esses municípios detinham até o final de 2001 cento e trinta e três (133) registros de licenciamento, quatro (04) requerimentos de pesquisa, doze (12) requerimentos de lavra, noventa e três (93) autorizações de pesquisa, um (01) alvará de pesquisa e vinte (20) concessões de lavra. Além disso, cadastraram-se quatrocentas e quarenta e duas (442) novas ocorrências, dezesseis (16) extrações de areia aluvionar clandestinas, dezesseis (16) extrações de areia paralisadas, trinta e oito (38) minas paralisadas, vinte e quatro (24) minas ativas clandestinas, sendo: dez (10) de argila, oito (08) de areia oriunda da desagregação de quartzito, três (03) de pedra-detalhe (pedra de Pirenópolis) e três (03) de calcário (brita). A **Tabela 4.1** mostra a situação dessas ocorrências e quantos hectares foram requeridos para cada substância.

#### 4.2.1 Situação dos Direitos Minerários na Área

A situação dos direitos minerários referentes a materiais para a construção civil e insumos agrícolas é apresentada na **Tabela 4.1**, **Figura 4.1**, **Tabela 4.2** e **Figura 4.2**, por município.

Durante o último trimestre de 2001 realizou-se um levantamento de campo, abrangendo toda a área do Projeto, utilizando-se o GPS – Sistema de Posicionamento Global, para se localizar com precisão as áreas com processos no DNPM e todas as ocorrências passíveis de serem exploradas.

O resultado obtido, somado aos dados analisados de projetos anteriores apresentou um total de setecentos e cinco (705) pontos de ocorrência ou atividade mineral, sendo quatrocentas e quarenta e duas (442) novas ocorrências e cento e oitenta e seis (186) de atividade mineral das quais

**Tabela 4.1 – Direitos Minerais para Material de Construção Civil por Município**

Município	Licenciamento	Requerimento de Pesquisa	Requerimento de Lavra	Autorização de Pesquisa	Concessão de Lavra	Alvará de Pesquisa	TOTAL
Abadiânia	19	01		02	01	01	23
Alexânia	04			09	-		14
Águas Lindas	04						04
Anápolis		01		02			03
Brasília	38		08	27	04		77
Cidade Eclética	01						01
Cocalzinho	13		03	19	10		45
Corumbá de Goiás	12			08			20
Cristalina	01			06			07
Formosa	08			02	01		11
Luziânia	22	01		03	01		27
Padre Bernardo	04			12	02		18
Silvânia	04						04
S. Antônio Descoberto	03	01	01	03	01		09
<b>TOTAL</b>	<b>133</b>	<b>04</b>	<b>12</b>	<b>93</b>	<b>19</b>	<b>01</b>	<b>263</b>

noventa e cinco (95) em atividade e noventa e uma (91) paralisadas. Das noventa e cinco (95) em atividade, quarenta (40) estão irregulares, o que corresponde a 42% do total.

Das noventa e cinco (95) frentes ativas observou-se que:

- trinta (30) são de areias e cascalhos aluvionares (32%);
- vinte e quatro (24) de areia lavada e areia saibrosa – provenientes da desagregação de quartzitos (25%);
- vinte (20) de argila para cerâmica vermelha (21%);
- dezessete (17) de calcário e xisto para brita, cimento e pó calcário (18%);
- quatro (4) de pedra-de-talhe – Pedra de Pirenópolis (4%).

#### 4.2.2 Descrição das Ocorrências

##### 4.2.2.1 Areias e Cascalhos Aluvionares

As areias aluvionares podem ser divididas em dois tipos: areias finas, areias grossas e cascalho.

###### 4.2.2.1.1 Areias Finas

A extração de areia aluvionar fina ocorre principalmente no rio Corumbá, desde suas nas-

centes, nos municípios de Cocalzinho de Goiás e Corumbá de Goiás, até sua confluência com o rio das Antas, (pois para a jusante começa o aporte de material mais grosseiro oriundo de rochas xistosas dos grupos Araxá e Canastra); e também nos rios Jacaré e Verde, ribeirões Melchior, Baião e Pixuá em Cocalzinho; e nos rios das Palmas e Verde em Padre Bernardo.

Os depósitos ocorrem principalmente no canal ativo das drenagens principais e seus afluentes.

Ao contrário do resultado da desagregação dos xistos, que produzem areia grossa, estes depósitos estão relacionados à desagregação de quartzitos, tanto dos grupos Araxá e Canastra nos municípios de Cocalzinho e Corumbá de Goiás, como do Grupo Paranoá, em Padre Bernardo.

Em geral são de cor creme a creme-avermelhado, com textura fina a média, contendo argila e silte.

Sua utilização principal é como agregado miúdo na indústria da construção civil, na produção de argamassas.

Como toda a extração é sob regime de licenciamento ou mesmo irregular, não existem dados oficiais de reservas na região do Projeto ZEE RIDE.

No projeto, foram visitados vinte (20) de ocorrência de areia fina aluvionar, assim distribuídos:



Local	Pontos de ocorrência de areia fina aluvionar
Rio Corumbá	07
Rio Jacaré	02
Rio do Sal	02
Rio Verde	03
Rio das Palmas	01
Rio do Ouro	01
Ribeirão Congonhas	01
Córrego Baião	01
Ribeirão Ponte Alta	01
Córrego Pixuá	01
Total	20

#### 4.2.2.1.2 Areia Grossa e Cascalho

A extração de areia grossa e cascalho ocorre principalmente no canal ativo, podendo, entretanto, ocorrer nos terraços aluviais das principais drenagens.

Os principais depósitos estão associados às bacias dos rios, Corumbá; das Antas; Descoberto; São Bartolomeu; dos Macacos; Areias; Salinas; Pamplona; Verde e Capivari, distribuídos nos municípios de Luziânia, Cristalina, Anápolis, Corumbá de Goiás, Silvânia, Santo Antônio do Descoberto, Cocalzinho de Goiás, Alexânia, Abadiânia e Distrito Federal.

Normalmente estes depósitos são formados por areias finas a grossas, de cor creme, contendo cascalho, alguma argila e material orgânico (folhas e pedaços de madeira).

Em geral estão relacionados à desagregação de rochas xistosas dos grupos Araxá e Canastra onde a fragmentação dos veios de quartzo resulta em material grosseiro.

Através de informações verbais dos extratores, soube-se que as areias dos rios São Bartolomeu e Pamplona são de qualidade inferior por conterem maior quantidade de micas que as demais.

A areia grossa é utilizada como agregado miúdo na indústria de construção civil para a fabricação de concreto.

Similarmente à situação da areia fina, a sua extração é realizada em regime de licenciamento ou mesmo de modo irregular, motivo pelo qual não existem dados oficiais de reservas.

Durante os trabalhos de campo foram visitados oitenta e seis (86) pontos de extração ou de ocorrência desse tipo de areia, assim distribuídos:

Local	Pontos de extração ou ocorrência
Rio Corumbá	27
Rio das Antas	13
Rio Areias	12
Rio São Bartolomeu	08
Rio dos Macacos	02
Rio Salinas	01
Rio Verde	01
Rio Oliveira Costa	01
Rio Descoberto	02
Rio Pamplona	01
Rio Palmital	02
Rio Alagado	02
Rio Capivari	02
Ribeirão Melchior	02
Ribeirão Lajinha	02
Ribeirão Samambaia	01
Ribeirão Ponte Alta	01
Córrego Moreira	01
Córrego Vermelho	01
Córrego Mocambo	01
Córrego da Chácara	01
Córrego Vaca Brava	01
Córrego das Lages	01
Total	86

#### 4.2.2.1.3 Método de Lavra

Tanto a areia fina como a areia grossa são extraídas do leito ativo das drenagens através de dragagem (**Foto 4.1**).



**Foto 4.1** – Draga de extração de areia aluvionar do leito do rio Corumbá.



DIREITOS MINERÁRIOS PARA MATERIAL DE CONSTRUÇÃO CIVIL POR MUNICÍPIO

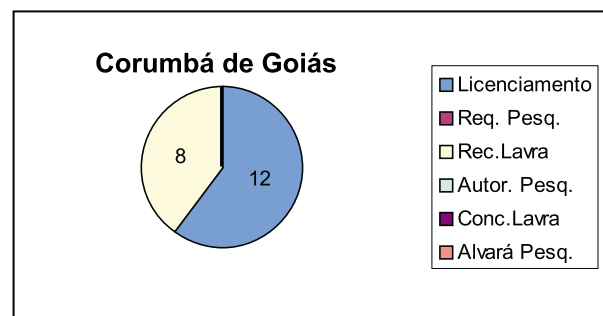
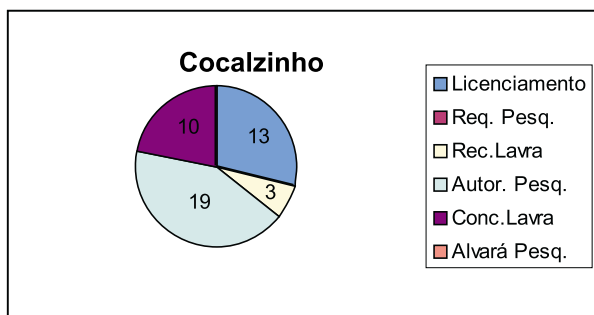
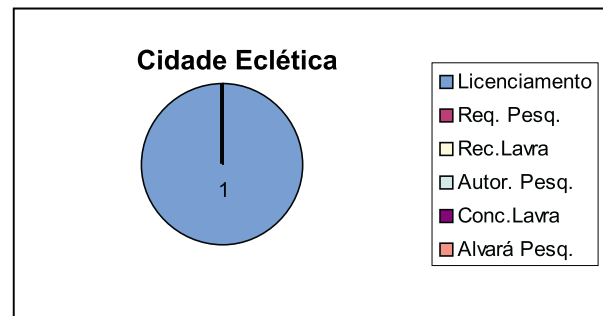
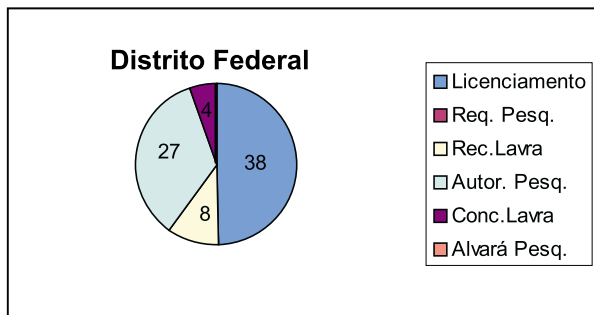
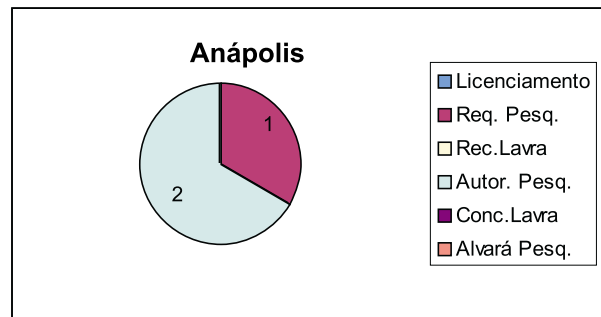
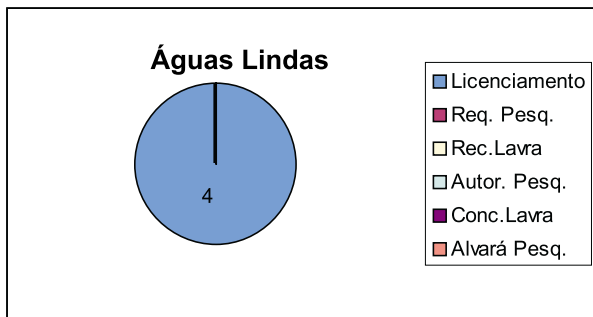
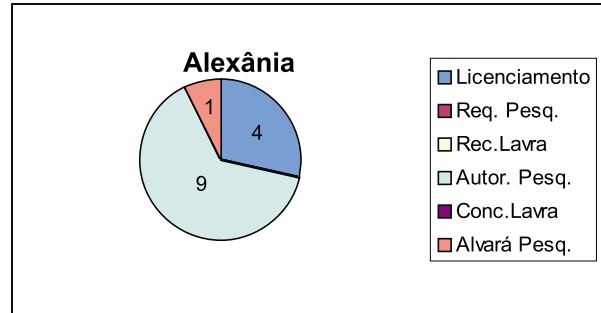
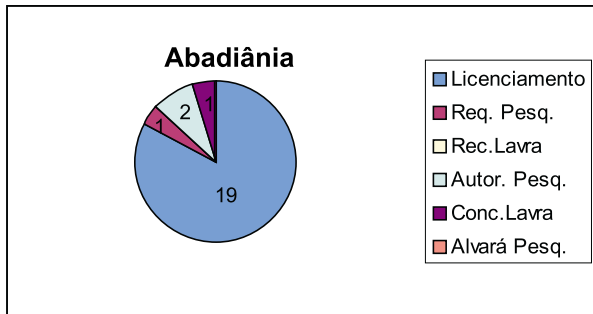


Figura 4.1 – Direitos minerários para material de construção civil por município.

DIREITOS MINERÁRIOS PARA MATERIAL DE CONSTRUÇÃO CIVIL POR MUNICÍPIO

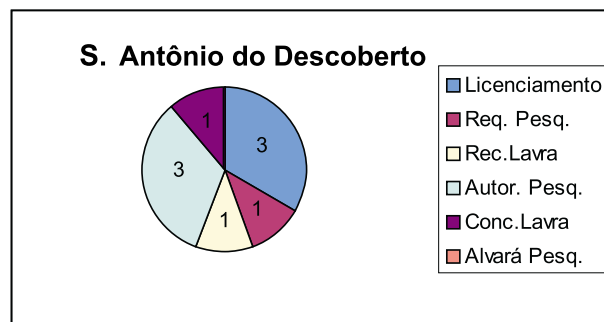
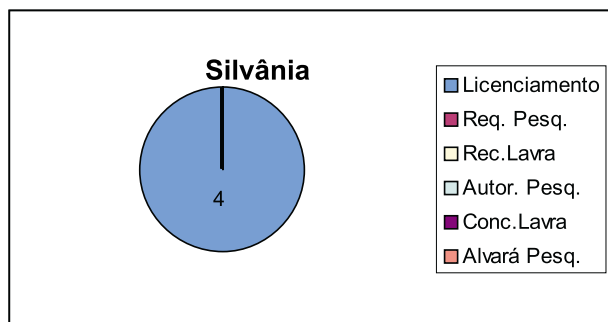
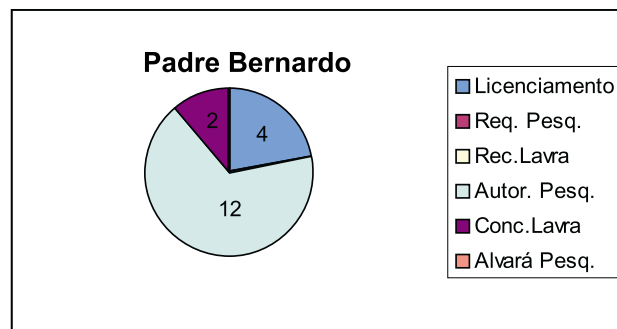
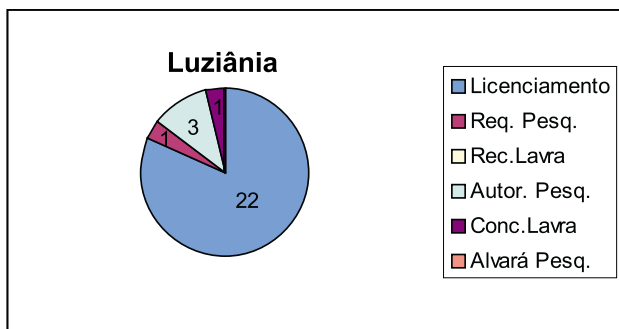
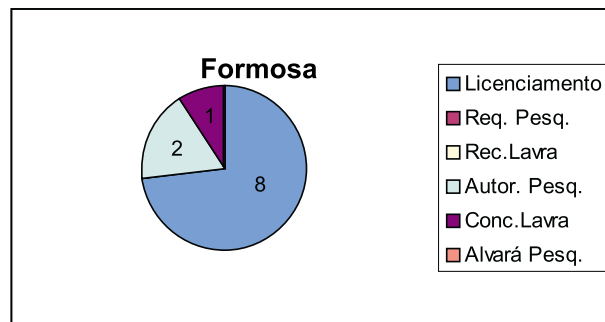
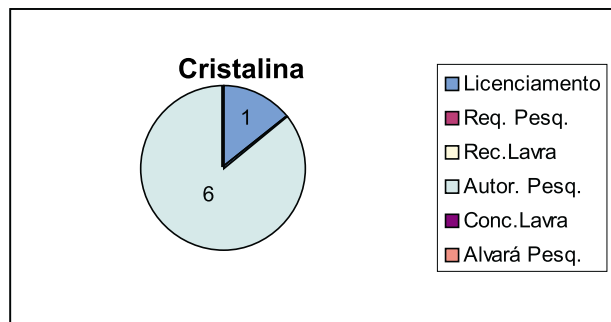


Figura 4.1 – Direitos minerários para material de construção civil por município (continuação).

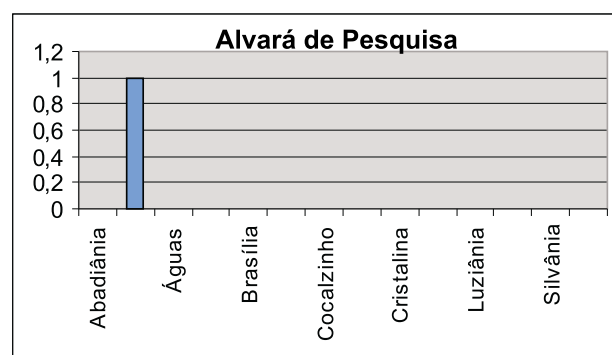
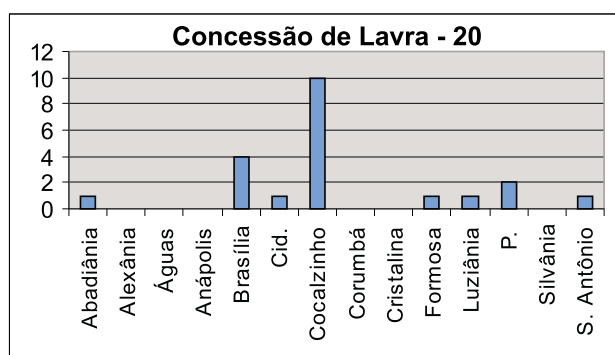
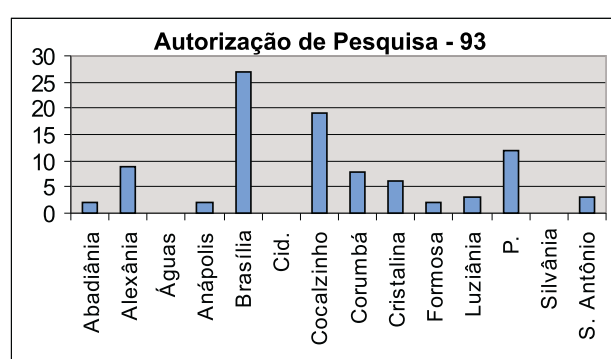
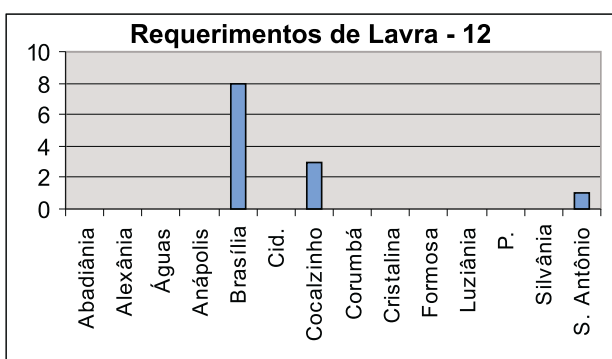
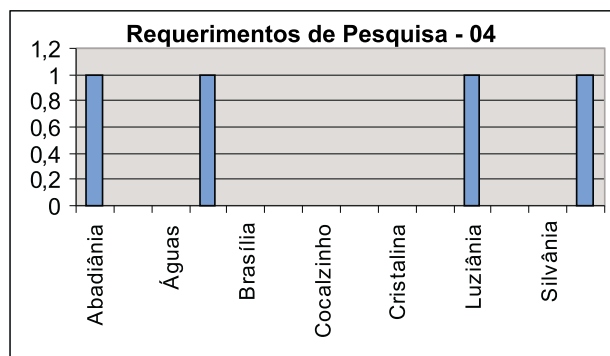
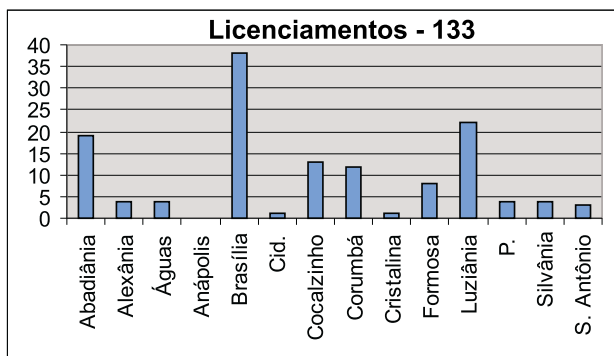
Tabela 4.2 – Ocorrências com e sem registro por município

MUNICÍPIO	Regimes	SUBSTÂNCIAS MINERAIS											Ttotal		
		Areia/cascalho aluvionar	Areia/saibro de quartzo	Ardósia	Argila	Cascalho laterítico	Calcário (pó, brita, cimento)	Granito	Pedra-de-talhe	Xxisto					
<b>Abadiânia</b>	Licenciamento	14	02		02	01									19
	Autoriz. de pesquisa	01							01						02
	Requerim. pesquisa	01												01	01
	Concessão de lavra													01	01
	Nº ocor. com registro	16	02		02	01			01					01	23
Nº ocor. sem registro	07			10	11								01	29	
Total de ocorrências	23	02		12	12			01					02	52	
<b>Águas Lindas</b>	Licenciamento		04												04
	Nº ocor. com registro		04												04
	Nº ocor. sem registro		05			05									10
	Total de ocorrências		09			05									14
<b>Alexânia</b>	Licenciamento	03												01	04
	Autoriz. de pesquisa	05							03				01	09	
	Alvará de pesquisa												01	01	
	Nº ocor. com registro	08							03				03	14	
	Nº ocor. sem registro	06			06	31			01				03	44	
Total de ocorrências	14			06	31			04				03	58		
<b>Anápolis</b>	Autoriz. de pesquisa													02	02
	Requerim. pesquisa													01	01
	Nº ocor. com registro				01									02	03
	Nº ocor. sem registro				01	08								02	08
	Total de ocorrências				01	08								02	11
<b>Distrito Federal</b>	Licenciamento	04	27		02	05									38
	Autoriz. de pesquisa		07		14	01				05					27
	Requerim. de lavra		02		02					04					08
	Concessão de lavra	01								03					04
	Nº ocor. com registro	05	36		18	06				12					77
Nº ocor. sem registro	02	26		04	69				35					136	
Total de ocorrências	07	62		22	75				47					213	
<b>Cidade Eclética</b>	Licenciamento														01
	Nº ocor. com registro					01									01
	Nº ocor. sem registro					01									01
	Total de ocorrências					01									01





**DIREITOS MINERÁRIOS PARA MATERIAL DE CONSTRUÇÃO CIVIL E INSUMOS AGRÍCOLAS**



**Figura 4.2** – Direitos minerários para material de construção civil e insumos agrícolas.

O material extraído passa por uma peneira, a qual separa os seixos, calhaus e material orgânico. Posteriormente este material é estocado às margens da drenagem, a uma distância inferior a 100m, podendo acarretar desmoronamentos, além de que, para construir o depósito é necessário desmatar a mata ciliar.

As peneiras ficam muito próximo das margens, o que provoca o retorno do material retido na peneira para o leito da drenagem, causando assoreamento no local (**Foto 4.2**).



**Foto 4.2** – Detalhe da peneira de separação de areia e seixos.

Os pequenos produtores utilizam pá manual para o carregamento em caminhões de carrocera convencional, na maioria das vezes de terceiros.

As extratoras de maior porte utilizam pás carregadeiras e transporte em caminhões caçamba basculantes.

#### 4.2.2.1.4 Impactos Ambientais

Normalmente a extração de areia do leito ativo das drenagens provoca a alteração da dinâmica fluvial. Como na área em estudo a capacidade de descarga dos cursos de água é reduzida, principalmente no período de estiagem, a modificação das condições hidrodinâmicas pelo rebai-

xamento dos leitos ativos seria mínima se as lavras ocorressem de forma adequada e correta, e até contribuiriam para o desassoreamento.

Porém, quando essa extração é desenvolvida de forma inadequada, pode acarretar sérios danos ao meio ambiente, vez que as dragas são estacionárias e localizadas muito próximo às margens, o mesmo ocorrendo com as peneiras que retêm o cascalho, o qual se acumula entre a peneira e a drenagem e, em determinado momento, retorna ao leito ativo provocando seu assoreamento e muitas vezes desvio do canal.

O pátio de depósito do material extraído situa-se dentro da mata ciliar que, para isso, é destruída. O mesmo ocorre com as estradas de acesso que cortam paralelamente e muito próximas ao canal, também causando desmatamento da vegetação ciliar e desestabilização das margens devida ao tráfego de caminhões pesados sobre um terreno pouco compactado, o que provoca um impacto ambiental maior do que a própria extração mineral (**Foto 4.3**).



**Foto 4.3** – Depósito de areia aluvionar na zona de mata ciliar.

Os óleos e graxas derramados afugentam a fauna e causam poluição hídrica. Além disso, podem ser observados outros impactos, tais como: poluição sonora, emissão de gases, concentração de lixo e vasilhames contaminados.

#### 4.2.2.1.5 Recomendações

Sugere-se que para esse tipo de extração mineral (dragas), os mineradores sejam conscientizados da importância de uma lavra planejada, de modo que o canal fluvial mantenha sua regularidade e configuração original, e que a areia seja extraída apenas do leito ativo e não de barrancos e terraços aluviais.



As peneiras de retenção de cascalho e outras impurezas devem situar-se afastadas da margem, de modo a impedir que este material retorne ao leito ativo e evite a formação de uma barreira que possa causar o desvio do leito original.

As estradas e o pátio de depósito devem ser construídos fora da mata ciliar, evitando assim impactos maiores advindos de sua eliminação.

Recomendam-se ainda cuidados especiais quanto ao uso de óleos e graxas, impedindo que poluam o curso de água e também que seja construído um depósito de lixo para evitar a contaminação da drenagem e do solo em suas proximidades.

#### 4.2.2.2 Areia de Quartzito (Areia Lavada)

A areia fina oriunda da desagregação de quartzitos ocorre principalmente nos municípios de Cristalina, Santo Antônio do Descoberto e Cocalzinho de Goiás.

Esses depósitos estão relacionados à desagregação de quartzitos do Grupo Canastra.

Durante os trabalhos de campo foram estudadas 26 ocorrências de areia de quartzito das quais dez (10) estão em exploração, seis (06) estão abandonadas e dez (10) novas ocorrências foram cadastradas. Além disso, foram selecionadas duas (02) áreas potenciais para exploração desse bem mineral, uma em Santo Antônio do Descoberto e outra em Cristalina.

Essa areia apresenta coloração creme-claro até branca, com granulometria variando de fina (predominante) a média, localmente com alguns grânulos.

Sua utilização principal é como agregado miúdo na indústria da construção civil, na produção de argamassa e também como areia para jardins.

##### 4.2.2.2.1 Método de Lavra

Os métodos de lavra são distintos nos municípios de ocorrência desse bem mineral. Em Santo Antônio do Descoberto e Cocalzinho de Goiás a lavra é por escarificação (raspagem mecânica) e consiste basicamente nas seguintes etapas:

- desmatamento da cobertura vegetal, normalmente constituída por campos cerrados, por meio de trator de esteira com lâmina.

- decapeamento da camada orgânica, quando existente, por trator.

- desmonte do material por tratores de esteira com escarificador, que realiza a operação de extração.

- transporte da areia por meio de caminhões basculantes.

Já em Cristalina o método utilizado é o de desmonte hidráulico; o qual consiste na escavação dos barrancos arenosos pelo impacto da água sob pressão e prevê as seguintes etapas:

- desmatamento da cobertura vegetal, normalmente constituída por campos cerrados, por meio de trator de esteira com lâmina.

- desmonte do material do barranco por meio de monitores hidráulicos. Geralmente o trabalho começa na parte mais baixa do barranco, fazendo com que a parte superior desabe (**Foto 4.4**).



**Foto 4.4** – Desmonte hidráulico de quartzito para retirada de areia.

- o material é carregado pela própria água dos monitores para um “poço” de onde é bombeado para o terreno acima, onde é peneirado para a retirada de impurezas (**Foto 4.5**).



**Foto 4.5** – Poços de bombeamento da areia extraída de quartzitos.

- da peneira o material segue para uma pequena barragem retentora onde a areia se deposi-



ta e a água retorna ao sistema, para abastecimento dos monitores.

A areia é então amontoada e carregada manualmente ou por pás carregadeiras em caminhões basculantes (**Foto 4.6**).



**Foto 4.6** – Depósito de areia de quartzito pronta para embarque.

#### 4.2.2.2 Impactos Ambientais

Este tipo de material é extraído por dois métodos diferentes, como já foi dito anteriormente (escarificação e cava). Ambos provocam mudanças ambientais danosas à natureza, se forem mal executados, sem um plano de recuperação consistente.

Dentre os danos que podem causar destacam-se:

- desmatamento e formação inadequada de taludes, o que favorece o acréscimo do escoamento de águas superficiais, dando origem a voçorocas, além de provocar o assoreamento e poluição das drenagens próximas.

- produção de grande quantidade de poeira, no caso da lavra por escarificação, principalmente na época seca, afetando a população que reside nas proximidades.

- produção de ruídos por equipamentos de lavra e transporte, afugentando a fauna e perturbando os moradores vizinhos.

- abertura de cavas que, posteriormente, após o abandono da lavra desfiguram a paisagem e acumulam águas pluviais estagnadas que se tornam focos de proliferação de mosquitos e exalam mau cheiro (**Foto 4.7**).

- uso não controlado das cavas abandonadas como depósito de resíduos sólidos e entulhos, às vezes com alto potencial contaminante.



**Foto 4.7** – Cava abandonada onde se acumulam águas pluviais.

#### 4.2.2.2.3 Recomendações

Para esse tipo de extração é necessário que se estabeleça um plano adequado para a lavra, de forma a recuperar a vegetação original e proteger as drenagens. A poeira pode ser controlada por um sistema de aspersão eficiente, com a utilização de caminhões-pipa.

As cavas produzidas podem ser utilizadas como lagos, criatório de peixes e até mesmo, depois de devidamente preparadas, como áreas de deposição de resíduos sólidos.

#### 4.2.2.3 Areia Saibrosa e Saibro

Foram cadastrados na área do ZEE RIDE cinquenta e cinco (55) ocorrências de areia saibrosa e saibro, assim distribuídas: trinta e três (33) no Distrito Federal, sete (07) em Águas Lindas, sete (07) em Cocalzinho de Goiás, três (03) em Formosa, três (03) em Padre Bernardo e duas (02) em Planaltina de Goiás, sendo que apenas a de Cocalzinho ocorre sobre quartzitos do Grupo Canastra; as demais se desenvolvem sobre quartzitos do Grupo Paranoá.

Destas ocorrências vinte (20) representam minas em atividade, vinte e uma (21) minas paralisadas e quatorze (14) novas ocorrências. Deste total, trinta e duas (32) possuem licenciamento, dez (10) autorização de pesquisa e duas (02) requerimento de lavra.

Este material é oriundo da desagregação dos quartzitos *in situ*, os quais são de cor cinza claro a cinza-avermelhado. Os principais minerais constituintes são o quartzo, argilas não expansivas e secundariamente micas.

A sua utilização está diretamente ligada à produção de argamassa para reboco e para obras de base na pavimentação de ruas e rodovias.

Apesar de todas as minas em atividade estarem sob regime de licenciamento, algumas possuem dados de produção, os quais podem ser observados na **Tabela 4.3**.

#### 4.2.2.3.1 Método de Lavra

Em todas as minas em atividade, após a remoção da cobertura vegetal, o desmonte do material é realizado com trator de esteira, sendo o transporte do produto *in natura* feito por pás carregadeiras até os caminhões caçamba, que levam-no diretamente às obras ou para depósitos nos centros urbanos. O sistema de lavra é o de cava.

#### 4.2.2.3.2 Impactos Ambientais

Tanto a areia saibrosa como o saibro são explotados por meio de cavas, e os principais impactos adversos podem ser resumidos nos seguintes itens:

- desmatamento, provocando desequilíbrio ecológico da flora e fauna;
- denudação do solo com a retirada da camada fértil;
- criação de possíveis focos de voçorocamento e erosão;

- poluição sonora e visual;
- poeiras;
- assoreamento de drenagens.;

#### 4.2.2.3.3 Recomendações

Assim como para a areia de quartzito, como medida preventiva, é necessário que se estabeleça um plano adequado para a lavra, de forma a minimizar os impactos ambientais na vegetação e nas drenagens.

Deve-se promover o aplainamento do terreno, com posterior recobrimento com material fértil e reflorestamento com espécies nativas, características do local. A poeira pode ser controlada por um sistema de aspersão eficiente, com a utilização de caminhões-pipa.

As cavas mais profundas podem ser utilizadas como lagos, criatório de peixes e até mesmo, depois de devidamente preparadas, como áreas de deposição de resíduos sólidos.

#### 4.2.2.4 Argila

As argilas que ocorrem na área do Projeto são de origem fluvial e foram depositadas em planícies de inundação durante o período das cheias. Geralmente têm a forma de lentes e gradam lateralmente para silte e/ou material arenoso.

Mesmo sendo um produto de alteração, selecionado pelos processos naturais de transporte

**Tabela 4.3** – Produção de Areia Saibrosa e Saibro

Nº da ocorrência	Município	Proprietário	Produção m <sup>3</sup> /mês
HA-17	Cocalzinho de Goiás	Areal do Exudério	30.000
HA-25	Águas Lindas	Areal do Pereira I	45.000
HA-29	Águas Lindas	Areal do Pereira II	105.000
HA-77	Gama-DF	Areal do Ailton	120.000
HA-102	Sobradinho-DF	Clube do Empresário	7.000
HA-113	Recanto das Emas-DF	Areal do José Ferreira	3.500
HA-114	Recanto das Emas-DF	Areal do Fernando	3.600
HA-118	Recanto das Emas-DF	Areal do Tavares	10.000
HA-119	Sobradinho-DF	Forn. Areia Bela Vista	200.000
HA-120	Sobradinho-DF	Chácara das Palmeiras	250.000
HA-137	Planaltina de Goiás	Areal de Planaltina	10.000
HA-144	Padre Bernardo	Areal de Monte Alto	5.000
HA-164	Formosa	Areal do Ary Ornelas I	5.000
HA-165	Formosa	Areal do Ary Ornelas II	3.000
HA-166	Formosa	Areal do Ary Ornelas III	2.000
GS-235	Cocalzinho de Goiás	Chácara Bicame	2.000
Total			801.100

e deposição, a natureza da área-fonte tem uma importância que refletirá na quantidade e nos tipos de argilas depositadas.

As áreas mais importantes estão associadas a rochas siltosas do Grupo Paranoá e intrusões graníticas no Grupo Canastra.

Dentre as primeiras destacam-se as ocorrências do Distrito Federal (rio Preto; ribeirões: Melchior, Papuda, Piriripau, Jacaré; e, córregos: Barreirinho, Buritizinho e Grotão), Padre Bernardo (rio do Sal e córrego Desterro), Luziânia (ribeirão Paiva), Formosa (Ribeirão Santa Rita).

Na segunda categoria situam-se as argilas de Alexânia e Abadiânia (rio das Antas; ribeirões Cachoeira e Fivela; córregos: Tamboril; Poções; Formiga; São Jerônimo; Capão da Ripa; Barreiro; Taquari; Engenho Velho e Estiva).

Foram cadastradas trinta e uma (31) ocorrências em áreas do Grupo Paranoá e quinze (15) em áreas graníticas; dezessete (17) são áreas com extração em atividade, das quais dez (10) são irregulares; oito (08) com as atividades paralisadas e vinte e uma (21) novas ocorrências passíveis de exploração.

Em geral são argilas de cor cinza-escuro quando úmidas e cinza-claro quando secas. A espessura média dos depósitos é variável de 0,30 a 4m, dependendo da drenagem a que estão associadas, sendo mais espessas no rio das Antas.

A argila extraída desses depósitos aluvionares é utilizada como matéria-prima na indústria da cerâmica vermelha, para a fabricação de tijolos comuns e tijolos furados.

As áreas regularizadas e em atividade estão sob regime de licenciamento e, portanto, não foi possível quantificar as reservas oficiais passíveis de exploração.

#### 4.2.2.4.1 Método de Lavra

A extração é realizada a céu aberto, através da lavra em cava, de maneira manual ou mecanizada, e a argila transportada por caminhões até as cerâmicas.

Os maiores problemas na exploração dessas argilas são: a) devido ao grande volume e altas toneladas retiradas, associados ao baixo preço, este material é extraído próximo à zona em que se localiza a indústria cerâmica, que em muitos casos está na periferia da zona urbana, gerando conflitos com outros tipos de uso dos solos; b) como as cavas abertas são de grande porte, torna-se problemática a drenagem da água acumulada nessas depressões, devido a baixa permeabilidade do terreno.

#### 4.2.2.4.2 Impactos Ambientais

A argila, em sua grande maioria, é extraída na planície de inundação, por vezes muito próximo às cabeceiras das drenagens.

Os principais fatores negativos e que provocam impacto ambiental degradante na área de exploração são:

- erradicação da mata ciliar;
- aceleração da erosão próximo às drenagens por águas pluviais;
- assoreamento e turbilhonamento das águas das drenagens próximas;
- transformação da paisagem pela abertura e abandono de cavas;
- transformação das cavas abandonadas em depósitos de lixo;
- preenchimento das cavas por águas pluviais estagnadas;

#### 4.2.2.4.3 Recomendações

No caso das argilas recomenda-se que a extração seja efetuada pelo método de cavas fechadas, sem ligação com a drenagem, para que esta não seja contaminada por águas de elevado teor de sólidos em suspensão. Se não for possível a adoção desse sistema, é recomendável a criação de diques ou bacias de decantação, antes de a água retornar à drenagem.

Deve-se manter uma faixa de proteção, definida pela área de preservação permanente, especificada pelo IBAMA e órgão ambiental estadual.

Os rejeitos devem ser estocados de forma planejada e em locais adequados, previamente selecionados.

Quando do início da lavra, deve-se estocar o solo orgânico que recobre a jazida, para uso posterior.

Após a exaustão da jazida, procurar reabilitar a área, aplainando o terreno e recobrando-o com o solo orgânico que havia sido retirado e estocado para esse fim.

Após o recobrimento, reflorestar com espécies vegetais originais da mata ciliar que existia anteriormente.

Se a cava for muito profunda, o que não ocorre na área do projeto, recomenda-se a construção de lagoas e criatórios de peixes, evitando que sejam utilizadas como depósito de lixo.

#### 4.2.2.5 Rochas Carbonáticas – Calcários

As rochas carbonáticas concentram-se na região norte da área do projeto, estendendo-se

sob a forma de uma faixa leste-oeste, desde Formosa até Cocalzinho de Goiás.

Nos municípios, de Formosa, Planaltina de Goiás, Padre Bernardo e no Distrito Federal são representadas por calcários calcíticos e dolomíticos do Grupo Paranoá. Em Cocalzinho de Goiás ocorrem metacalcários do Grupo Canastra. As ocorrências em geral são de grande porte e formam lentes encaixadas em siltitos do Grupo Paranoá e micaxistos do Grupo Canastra.

Geralmente ocorrem sob a forma de morros descontínuos e irregulares, normalmente com desenvolvimento de solo argilo-arenoso avermelhado e com vegetação bem desenvolvida. Sua cor varia de cinza-claro a preto, de granulação fina a média, com textura equigranular.

Como é do conhecimento geral, os calcários constituem uma das substâncias minerais mais importantes, sendo utilizados em todo o mundo. Podem ser usados *in natura* ou na fabricação de cimento e cal.

Na forma *in natura* são empregados na preparação de argamassa e agregados, lastros de rodovia, filtro de tratamento de esgoto, fabricação de tijolos silicosos, redução de minério de ferro, fabricação de produtos refratários, vidros, corretivo da acidez do solo, ração para gado etc.

Na indústria do cimento é utilizado na fabricação do cimento Portland. Na indústria de cal, dependendo de sua composição, obtêm-se cal dolomítico, cal calcíticas, cal de sílica e cal argiloso.

Na área foram visitados oitenta e seis (86) pontos de rochas carbonáticas, sendo sessenta e nove (69) ocorrências, doze (12) minas em atividade e cinco (05) minas inativas.

Quanto à situação legal, existem na área vinte e seis (26) autorizações de pesquisa, treze (13) concessões de lavra, quatro (04) licenciamentos e três (03) requerimentos de lavra.

A produção das principais mineradoras que atuam na região pode ser observada na **Tabela 4.4**.

Embora fora da área de estudos, existem duas ocorrências de importância regional, nas vizinhanças dos limites do projeto. Uma em Vila Propício, a oeste, que é explorada para a produção de corretivo de solo, e outra, ao norte de Formosa, que é explorada para brita e pó calcário.

#### 4.2.2.5.1 Método de Lavra

Todas as jazidas de rochas carbonáticas são explotadas a céu aberto, através de lavra em bancadas, obedecendo à seguinte seqüência de operação (**Foto 4.8**):



**Foto 4.8** – Extração de rocha carbonática, a céu aberto, sob a forma de bancadas.

- desmatamento da cobertura vegetal
- remoção do capeamento da jazida
- desmonte do minério
- beneficiamento do minério
- carregamento do minério
- transporte do minério aos centros consumidores.

Nem todas as empresas extratoras adotam o sistema de bancadas sucessivas, muitas utilizam paredões íngremes, o que torna a operação perigosa e cara.

O maquinário utilizado consta principalmente de:

- pás carregadeiras mecânicas
- perfuratrizes rotopneumáticas
- carretas de perfuração
- escavadeiras
- caminhões basculantes fora de estrada
- britadores
- trator de esteira com lâmina

Na maioria das minerações o desmonte é com explosivos.

#### 4.2.2.5.2 Impactos Ambientais

A exploração de rochas carbonáticas para a produção de brita e pó calcário pode gerar impactos negativos tanto na fase de exploração quanto na fase de beneficiamento, aumentando de gravidade quando próximas a núcleos urbanos. As instalações para a britagem e o peneiramento geram grande quantidade de pó nas proximidades.

Nestes locais, os ruídos e vibrações são intensos devidos ao desmonte da rocha e ao processo de britagem, bem como o uso de explosivos.

É comum o abandono de equipamento inutilizado, em locais inadequados, o que também provoca danos ambientais.



**Tabela 4.4 – Produtos e produção da exploração de rochas carbonáticas.**

Proprietário	Município	Produto 1	Produção	Produto 2	Produção	Produto 3	Produção	Produto 4	Produção	Produto 5	Produção	Produção Total
Brita Brasília	Cocalzinho	Brita	14.000 t/mês									14.000 t/mês
Pedreira Rio Verde	Cocalzinho	Brita	600 m³/mês									600 m³/mês
Brical	P. Bernardo	Brita (1-2-3)		Pedrisco		Areia Artificial		Pó calcário				8.000 m³/mês
Pedreira Contagem	Sobradinho-DF	Brita	70.000 t/mês	Areia Artificial	10.000 t/mês							80.000 t/mês
CIPLAN	Sobradinho-DF	Cimento	100.000 t/mês	Brita	70.000 t/mês	Argamassa	5.000 t/mês					175.000 t/mês
Cimento Tocantins	Sobradinho-DF	Cimento	500.000 t/ano	Brita (1-2-3)	15.000 m³/mês	Pó calcário	3.000 m³/mês	Pedrisco	5.000 m³/mês	Argamassa	2.500 t/mês	
Pedracon	Sobradinho-DF	Brita (1-2-3)	30.000 t/mês	Pedrisco	5.000 t/mês	Areia Artificial	3.000 t/mês	Pó calcário	2.000 t/mês			40.000 t/mês
Pedreira Monzodó	Planaltina	Brita 1		Pó calcário								25.000 t/mês
BRITACAL	Planaltina	Brita (0-1-2)		Pó de brita		Pó calcário						
Mineração Pirineus	Cocalzinho	Pó Calcário	20.000 t/mês									20.000 t/mês
Pedreira Palmital	Sobradinho-DF	Brita										

Grande parte das oficinas, locais de abastecimento e lavagem de veículos e equipamentos, constituem focos de poluição hídrica por óleos, graxas e outros produtos químicos, quando não existem bacias de decantação para a retenção desses produtos.

Para que as perfuratrizes atinjam os níveis mais elevados das pedreiras, são abertas estradas e realizados desmatamentos, e isto pode provocar a erosão no local.

Um grande perigo é o desmonte por explosivos, o que provoca o lançamento de fragmentos a grandes distâncias, colocando em risco trabalhadores da mina, moradores e o gado nas fazendas circunvizinhas.

São comuns as lavras com paredes íngremes, o que provoca a instabilidade das encostas, com quedas de blocos e deslizamentos de rocha e solo.

Constitui também um problema a disposição do estéril e dos finos resultantes da britagem, a qual, quando realizada de maneira errônea, pode provocar seu carreamento para as drenagens próximas, causando o seu assoreamento.

Podem ocorrer, ainda, os seguintes impactos negativos:

- alteração da topografia.
- possibilidade da ocorrência de pneumoconiose por poeiras mistas (PPM) – doença pulmonar causada pela inalação de poeiras durante a extração e beneficiamento do minério, caso não sejam utilizados corretamente os equipamentos de segurança.
- alteração da flora e fauna
- assoreamento de ecossistemas.

#### 4.2.2.5.3 Recomendações

Para minorar e controlar os impactos negativos citados no item anterior podem ser tomadas as seguintes medidas

- poeira: Aspersão das vias de acesso por caminhões pipa e uso de nebulizadores ou filtros nos equipamentos de britagem.
- vibrações: Planejar adequadamente os planos de fogo.
- ruídos: Utilizar martelos hidráulicos para a “quebra” dos matacões, abafadores para martelletes, isolamento acústico nos britadores etc.
- óleos e graxas: Construção de caixas separadoras que evitem a contaminação das drenagens e do solo.
- estéril e finos: Construção de depósitos controlados, tipo bermas, e que possam ser reforestados mais tarde, quando da exaustão ou abandono da jazida.

– água pluvial: Construção de sistemas de drenagem das águas pluviais para as áreas da mina, depósito de estéril e pátios.

– áreas de risco: Sinalização e delimitação de zonas de proteção ao redor das pedreiras. Plantação de árvores, criando uma cortina verde que diminua o impacto paisagístico e lançamento de fragmentos.

– revegetação: Normalmente nestas áreas de pedreiras é impraticável o reflorestamento, já que o solo é praticamente inexistente, sugere-se sua utilização como depósito de resíduos ou mesmo instalação de indústrias.

#### 4.2.2.6 Granitos

As rochas granitoides ocorrem intrusivas em micaxistos do Grupo Canastra, apresentando potencial para pedra britada e até mesmo como pedra ornamental, não havendo, entretanto, até o momento, nenhuma extração dessas rochas na área do projeto.

Foram cadastradas quatro (04) ocorrências sendo três (03) no município de Alexânia e uma (01) em Abadiânia. Todas possuem autorização de pesquisa.

#### 4.2.2.7 Lateritas – Cascalho Laterítico

As coberturas lateríticas são as fontes dos materiais de empréstimo utilizados na construção civil e nas obras rodoviárias. Este emprego advém tanto da natureza do latossolo desenvolvido e de sua espessura (2 metros ou mais, em média 3,5 metros), quanto do relevo plano que desenvolveu, e, além disso, quase sempre, são encontradas próximo das estradas ou áreas de expansão urbana. O enriquecimento em sesquióxido de ferro e alumínio e a deficiência em húmus possibilitam que, quando desidratado, esse material origine crostas, cangas e concreções, materiais estes com ótimas características para a construção de estradas.

Neste trabalho foram cadastradas duzentas e cinquenta e quatro (254) ocorrências de cascalho laterítico, passíveis de serem exploradas, distribuídas por toda a área, independentemente do tipo litológico subjacente. Destas, cento e oitenta e quatro (184) estão intactas e setenta (70) foram ou estão em fase de exploração.

Apenas nove (09) ocorrências têm situação legal no DNPM, sendo sete (07) licenciamentos e duas (02) autorizações de pesquisa.

Fazendo-se um somatório de todas as ocorrências na área chega-se a um total de 47.000ha e

a um volume aproximado de 1.662.500.000m<sup>3</sup> de cascalho laterítico.

#### 4.2.2.7.1 Método de Lavra

As lateritas são explotadas através de lavra por escarificação (raspagem mecânica).

A lavra consiste basicamente nas seguintes etapas:

- desmatamento da cobertura vegetal, quando existente, por meio de trator de esteira com lâmina.
- desmonte do cascalho laterítico por trator de esteira com escarificador.
- carregamento do material em caminhões basculantes e,
- transporte para o local de utilização.

#### 4.2.2.7.2 Impactos Ambientais

A lavra do cascalho laterítico provoca o desmatamento e a formação inadequada de taludes; isto, aliado à remoção dessa capa laterítica, faz com que aumente o escoamento superficial, o que pode provocar a erosão do solo, originando imensas voçorocas e desmoronamentos, tendo em vista que estas ocorrências situam-se em platôs, geralmente nas cotas mais altas e que sustentam a topografia local. Este fato pode tornar mais difícil o aproveitamento posterior dessas áreas. O decaimento dessa cobertura laterítica pode também contribuir para o assoreamento e poluição da drenagem pelo material carregado pelas águas pluviais.

Um outro fato marcante e que chama a atenção nessas áreas é a grande quantidade de poeira em suspensão devida à movimentação dos equipamentos de extração e transporte do material. Este fato gera desconforto para os moradores próximos e também ao longo do trajeto até o local de consumo, pois o transporte é feito por caminhões caçamba, sem proteção alguma.

Um fato comum, não só na exploração das lateritas, mas em todas as lavras mecanizadas, é a geração de ruídos que afugentam a fauna e incomodam a vizinhança.

#### 4.2.2.7.3 Recomendações

Os impactos ambientais gerados são semelhantes aos descritos para a extração de areia fina por escarificação, com a diferença de que não são produzidas cavas.

Recomenda-se que nas áreas onde se está extraindo o material use-se aspersão e que os caminhões de transporte sejam cobertos para diminuir a poeira.

Não se retire toda a capa laterítica, minimizando assim o impacto provocado pelas águas pluviais.

Já que, praticamente não existe solo para a sua recuperação, estas áreas podem ser utilizadas para a instalação de indústrias e até mesmo urbanização.

#### 4.2.2.8 Quartzito – Pedra-de-Talhe (Pedra de Pirenópolis)

Como pode ser observado na carta de ocorrências minerais, existem, na região de Pirenópolis, extensas áreas onde ocorrem quartzitos do Grupo Canastra, passíveis de serem explorados. Essas rochas apresentam a característica de se partirem em placas da ordem de 1 a 3cm de espessura, com superfícies variando de 0,2 a 4m<sup>2</sup>, o que as torna um excelente material de construção.

Essa “clivagem” em placas deve-se ao desenvolvimento de muscovita a partir de níveis argilosos de acamadamento, gerando uma foliação que varia de paralela a subparalela ao acamadamento.

Durante os trabalhos de campo foram cadastradas doze (12) minas de extração de quartzito, sendo oito (08) no município de Corumbá de Goiás e quatro (04) no município de Cocalzinho de Goiás, além de terem sido selecionadas áreas passíveis de serem exploradas.

Conforme o grau de alteração, cor, quantidade de muscovita, são selecionados para vários usos, tais como: pisos para exteriores e interiores, revestimento de paredes, construção de mesas e bancos.

Quando as placas apresentam espessuras superiores a 3cm, o material é utilizado para a construção de muros, alicerces e calçamento de ruas.

##### 4.2.2.8.1 Método de lavra

A exploração desses quartzitos assemelha-se à lavra em “bancada”, porém, de maneira mais rústica, não sendo adotado o sistema de bancadas sucessivas, com lavra planejada; o que ocorre é a utilização de paredões íngremes, o que faz com que a bancada única fique muito alta, com até 60m de altura, tornando as operações perigosas e caras. Os trabalhos iniciam-se com a limpeza superficial do local a ser explorado, quando em alguns casos utiliza-se o trator de esteira. A seguir, através de alavancas, marretas e finas talhadeiras construídas com molas de aço de 1,5 a 5mm de espessura, são separadas as placas de quartzito.

Depois de retiradas, as placas passam por um processo de padronização, quando então são cortadas em quadriláteros de tamanhos regulares, com o auxílio de um trilho de ferrovia e um pedaço de mola de caminhão.

O carregamento dos caminhões para o transporte é manual e os caminhões utilizados são de carroceria comum.

#### 4.2.2.8.2 Impactos Ambientais

É do conhecimento geral que as cidades de Pirenópolis, Cocalzinho e Corumbá de Goiás são importantes pólos de ecoturismo no estado de Goiás.

A extração de quartzitos nas encostas das serras da região provocam um impacto visual negativo na paisagem (**Foto 4.9**).



**Foto 4.9** – Extração de quartzito para pedra-de-talhe. Note-se o desmatamento e o acúmulo de material de rejeito nas encostas do morro, o que está provocando o assoreamento da drenagem.

Dentre esses impactos negativos destacam-se:

- desmatamento das encostas, possibilitando a geração de erosões.
- instabilidade das encostas com quedas de blocos e deslizamentos de rocha e solo.
- alteração da topografia local, muito importante para o turismo, devido as belas paisagens.
- má disposição dos rejeitos, com acúmulo de material formando morrotes instáveis que, com as águas pluviais, são carregados encosta abaixo, provocando assoreamento das drenagens.

#### 4.2.2.8.3 Recomendações

Procurar selecionar os locais de extração evitando que seja realizada próximo das atrações

turísticas, minimizando sua influência no visual panorâmico.

Analisar e estudar a possibilidade de aproveitamento do rejeito como areia fina para uso na construção civil. Com isso seria evitado o assoreamento das drenagens, já que, não haveria acúmulo de estéril nas encostas.

Efetuar fiscalização mais rígida e assídua para impedir a abertura aleatória de frentes de lavra.

#### 4.2.2.9 Xisto – Brita

Durante os trabalhos de campo foram visitadas quinze (15) ocorrências de micaxistos passíveis de serem explotados como pedra britada. Destes pontos cadastrados, oito (08) são ocorrências, quatro (04) minas em atividade e três (03) minas inativas.

Todas as ocorrências pertencem ao Grupo Araxá e têm a seguinte distribuição por município: Corumbá de Goiás – seis (06); Luziânia – duas (02); Alexânia – duas (02); Abadiânia – duas (02); Cristalina – uma (01); Anápolis – uma (01); e, Santo Antônio do Descoberto – uma (01)

O produto das minas em atividade e sua produção podem ser observados na **Tabela 4.5**.

A principal utilização da pedra britada é como agregado graúdo na produção de concreto, lastros, bases e revestimento asfáltico.

Com relação à situação legal, todas as minas em atividade estão em situação regular no DNPM, sendo que, dos pontos visitados, dois (02) possuem licenciamento, dois (02) concessão de lavra, um (01) alvará de pesquisa, seis (06) autorização de pesquisa, e um (01) requerimento de lavra.

##### 4.2.2.9.1 Método de Lavra

Assim como as rochas carbonáticas, os xistos são explorados a céu aberto, através de lavra em bancada, obedecendo à mesma seqüência já descrita.

##### 4.2.2.9.2 Impactos Ambientais

A extração de xisto para brita e pó apresenta impactos em tudo semelhantes aos descritos para as rochas carbonáticas, valendo então, as mesmas observações.

##### 4.2.2.9.3 Recomendações

Levando em consideração que os impactos são os mesmos dos calcários, as mesmas reco-



**Tabela 4.5 – Produto e Produção das Rochas Xistosas**

Nº da ocorrência	Município	Proprietário	Produto 1	Produto 2	Produção t/mês
GS-026	Luziânia	MISTEL – Min. S. Teresinha Ltda.	Brita (0-1-2)		15.000
GS-169	Alexânia	Com. Industrial Caraíbas	Brita (1-2)		10.000
GS-187	Abadiânia	Pedreira Goiás	Brita (1-2-3)		15.000
GS-256	Anápolis	CRA - Mineração	Brita (0-1)	Pó de Brita	10.000
GS-351	Corumbá	COMINAS			
Total					50.000

mendações são indicadas para as rochas carbonáticas.

### 4.3 Outros Bens Minerais

Através de consulta ao cadastro de ocorrências minerais do DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral, constatou-se na área do Projeto a existência de sessenta e seis (66) outras ocorrências minerais, sendo quarenta e uma (41) de água mineral e/ou potável, onze (11) de ouro, nove (09) de cristal-de-rocha, duas (02) de chumbo, uma (01) de caulim, uma (01) de filito e uma (01) de rutilo. As tabelas 4.6A e 4.6B mostram a situação dessas ocorrências na área.

#### 4.3.1 Descrição das Ocorrências

##### 4.3.1.1 Água Mineral

As ocorrências de água mineral e/ou potável ocorrem predominantemente nos municípios de Abadiânia – três (03), Anápolis – doze (12), Distrito Federal – dezessete (17), Cidade Ocidental – uma (01), Formosa – duas (02), Luziânia – três (03), Novo Gama – uma (01), Santo Antônio do Descoberto – uma (01) e Padre Bernardo – uma (01) (Tabela 4.6.B1).

As principais fontes comercializadas estão condicionadas ao contexto litoestrutural das rochas do Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu e do Grupo Canastra e estão associadas a possíveis interligações entre os sistemas de falha de alívio de tensão e fraturas.

O principal mercado consumidor situa-se no eixo Goiânia-Anápolis-Brasília. Mercados secundários localizam-se no norte de Goiás, Tocantins e Pará.

##### 4.3.1.2 Ouro

A maioria das ocorrências de ouro corresponde a garimpos abandonados ou paralisados em aluviões de drenagens que cortam rochas do

Grupo Canastra, sendo que, destas, cinco (05) situam-se em Corumbá de Goiás, uma (01) em Cocalzinho de Goiás, e quatro (04) em Luziânia (Tabela 4.6.B2).

Em Luziânia, as mineralizações auríferas ocorrem em rochas do Grupo Canastra. De acordo com Hagemann (1988, *in*: Lacerda Filho *et al.*, 1999), o ouro está associado a veios de quartzo boudinados, insertos em quartzo-sericita xistos, controlados por escamas tectônicas, separadas por zonas de cisalhamento contracional dúctil/rúptil NE-SW/15°-20° NW com os veios orientados na direção N50°-70°W/20°. A mineralização é acompanhada por silicificação, sericitização e localmente piritização.

Segundo Hagemann (*op. cit.*), a mineralização é epigenética com relação à origem das rochas encaixantes, mas contemporânea aos eventos tectono-estruturais, formando-se pela combinação da circulação de soluções hidrotermais nas zonas de falhas e fraturas.

Pedrosa (1988, *in*: Lacerda Filho *et al.*, 1999), descreve que na jazida de Fazenda Santa Maria/Campo Largo (Luziânia), foram bloqueados 3.720kg de Au contido, com teor médio de 0,62 g/t.

##### 4.3.1.3 Cristal-de-Rocha

Cristalina é o principal centro produtor de cristal-de-rocha no estado de Goiás. Na área do projeto foram cadastradas nove (09) ocorrências desse bem mineral, sendo oito (08) em Cristalina e uma (01) em Cocalzinho de Goiás (Tabela 4.6.B3).

Em Cristalina ocorrem sob a forma de veios de espessuras variando desde poucos centímetros até 5m, preenchendo falhas de direção preferencial N20 -30 E em quartzitos do Grupo Paranoá. Devido a sua variedade de cores e inúmeros tipos de inclusões é muito utilizado no artesanato.

Em Cocalzinho a ocorrência é pequena e os cristais de quartzo, embora sejam de boa qualidade, são pequenos (5cm de comprimento) e ocor-

Tabela 4.6A – Outros bens minerais com e sem registro, por município

MUNICÍPIO	Regimes	SUBSTÂNCIA MINERAL							total
		Água Mineral	Ouro	Cristal-de-Rocha	Caulim	Chumbo	Filito	Rutilo	
Abadiânia	Autor. Pesquisa	02							02
	Pedido de lavra	01							01
	Nº ocor. com registro	03							03
	Nº ocor. sem registro								
	Total de ocorrências	03							03
Anápolis	Autoriz. de pesquisa	03							03
	Concessão de lavra	02							02
	Pedido de lavra	02							02
	Nº ocor. com registro	07							07
	Nº ocor. sem registro	05							05
	Total de ocorrências	12							12
Distrito Federal	Autoriz. de pesquisa	06							06
	Requerim. de lavra	03							03
	Concessão de lavra	06							06
	Nº ocor. com registro	15							15
	Nº ocor. sem registro	02					01		03
	Total de ocorrências	17					01		18
Cidade Ocidental	Autoriz. de pesquisa	01							01
	Nº ocor. com registro	01							01
	Nº ocor. sem registro								
	Total de ocorrências	01							01
Cocalzinho de Goiás	Nº ocor. sem registro		01	01					02
	Total de ocorrências		01	01					02
Corumbá de Goiás	Nº ocor. com registro								
	Nº ocor. sem registro		05					01	06
	Total de ocorrências		05					01	06
Cristalina	Nº ocor. sem registro			08					08
	Total de ocorrências			08					08
Formosa	Autoriz. de Pesquisa	01							01
	Nº ocor. com registro	01							01
	Nº ocor. sem registro	01							01
	Total de ocorrências	02							02
Luziânia	Autoriz. de pesquisa	01							01
	Concessão de lavra		01						01
	Nº ocor. com registro	01	01						02
	Nº ocor. sem registro	02	04	01	02				09
	Total de ocorrências	03	05	01	02				11
Novo Gama	Pedido de lavra	01							01
	Nº ocor. com registro	01							01
	Nº ocor. sem registro								
	Total de ocorrências	01							01
S. Antônio do Descoberto	Autoriz. de pesquisa	01							01
	Nº ocor. com registro	01							01
	Nº ocor. sem registro								
	Total de ocorrências	01							01
Padre Bernardo	Autoriz. de pesquisa	01							01
	Nº ocor. com registro	01							01
	Nº ocor. sem registro								
	Total de ocorrências	01							01
Total	Nº ocor. com registro	31	01						32
	Nº ocor. sem registro	10	10	09	01	02	01	01	34
	Total de ocorrências	41	11	09	01	02	01	01	66

**Tabela 4.6B – Outros Bens minerais por Município**

<b>Substância</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Status</b>	<b>Município</b>	<b>DNPM</b>	<b>Regime</b>
Água Mineral	agm	Mina	Distrito Federal		
Água Mineral	agm	Mina	Distrito Federal		
Água Mineral	agm	Mina	Formasa		
Água Mineral	agm	Ocorrência	Anápolis		
Água Mineral	agm	Ocorrência	Anápolis		
Água Mineral	agm	Ocorrência	Anápolis		
Água Mineral	agm	Ocorrência	Anápolis		
Água Mineral	agm	Ocorrência	Anápolis		
Água Mineral	agm	Ocorrência	Luziania		
Água Mineral	agm	Ocorrência	Luziânia		
Água Mineral	agm	Ocorrência	Anápolis	01/860353	Aut. Pesq.
Água Mineral	agm	Mina	Anápolis	95/860582	Conc. Lavra
Água Mineral	agm	Ocorrência	Anápolis	00/860368	Aut. Pesq.
Água Mineral	agm	Ocorrência	Anápolis	01/860061	Aut. Pesq.
Água Mineral	agm	Mina	Anápolis		
Água Mineral	agm	Jazida	Anápolis	93/860393	Ped. Lavra
Água Mineral	agm	Mina	Anápolis	64/6516	Conc. Lavra
Água Mineral	agm	Jazida	Novo Gama	00/860066	Ped. Lavra
Água Mineral	agm	Ocorrência	Formosa	99/860982	Aut. Pesq.
Água Mineral	agm	Jazida	Abadiânia	95/861882	Ped. Lavra
Água Mineral	agm	Ocorrência	Abadiânia	00/860035	Aut. Pesq.
Água Mineral	agm	Ocorrência	Abadiânia	00/860036	Aut. Pesq.
Água Mineral	agm	Ocorrência	S. Antônio Descoberto	00/860769	Aut. Pesq.
Água Mineral	agm	Ocorrência	Luziânia	01/860009	Aut. Pesq.
Água Mineral	agm	Ocorrência	Distrito Federal	00/860674	Aut. Pesq.
Água Mineral	agm	Ocorrência	Distrito Federal	00/860673	Aut. Pesq.
Água Mineral	agm	Ocorrência	Distrito Federal	00/860519	Aut. Pesq.
Água Mineral	agm	Mina	Distrito Federal	94/860194	Conc. Lavra
Água Mineral	agm	Ocorrência	Distrito Federal	00/860698	Aut. Pesq.
Água Mineral	agm	Ocorrência	Padre Bernardo	00/860755	Aut. Pesq.
Água Mineral	agm	Mina	Distrito Federal	95/860366	Conc. Lavra
Água Mineral	agm	Jazida	Distrito Federal	93/860672	Ped. Lavra
Água Mineral	agm	Mina	Distrito Federal	87/861203	Conc. Lavra
Água Mineral	agm	Mina	Distrito Federal	83/860090	Conc. Lavra
Água Mineral	agm	Ocorrência	Distrito Federal	00/861112	Ped. Pesq.
Água Mineral	agm	Ocorrência	Cidade Ocidental	95/861442	Aut. Pesq.
Água Mineral	agm	Ocorrência	Distrito Federal	01/860386	Aut. Pesq.
Água Mineral	agm	Ocorrência	Distrito Federal	97/860681	Aut. Pesq.
Água Mineral	agm	Mina	Distrito Federal	96/760819	Conc. Lavra
Água Mineral	agm	Mina	Distrito Federal	96/760218	Conc. Lavra
Água Mineral	agm	Jazida	Distrito Federal	96/760844	Ped. Lavra
Ouro	Au	Garimpo	Corumbá de Goiás		
Ouro	Au	Ocorrência	Corumbá de Goiás		
Ouro	Au	Garimpo	Corumbá de Goiás		
Ouro	Au	Garimpo	Corumbá de Goiás		
Ouro	Au	Garimpo	Cocalzinho de Goiás		
Ouro	Au	Jazida	Luziânia	861177	Ped. Lavra
Ouro	Au	Garimpo	Luziânia		
Ouro	Au	Garimpo	Luziânia		
Ouro	Au	Ocorrência	Luziânia		
Ouro	Au	Ocorrência	Luziânia		
Cristal-de-Rocha	cr	Ocorrência	Cocalzinho de Goiás		
Cristal-de-Rocha	cr	Garimpo	Cristalina		
Cristal-de-Rocha	cr	Garimpo	Cristalina		
Cristal-de-Rocha	cr	Garimpo	Cristalina		
Cristal-de-Rocha	cr	Garimpo	Cristalina		
Cristal-de-Rocha	cr	Garimpo	Cristalina		
Cristal-de-Rocha	cr	Garimpo	Cristalina		
Cristal-de-Rocha	cr	Garimpo	Cristalina		
Caulim	c	Ocorrência	Luziânia		
Chumbo	Pb	Ocorrência	Luziânia		
Chumbo	Pb	Ocorrência	Luziânia		
Filito	ft	Ocorrência	Distrito Federal		
Rutilo	ft	Ocorrência	Corumbá de Goiás		

Tabela 4.6.B1 – Água Mineral

Substância	Simbolo	Status	Município	Latitude	Longitude	Lat. UTM	Long.UTM	DNPM	Regime
Água Mineral	agm	Mina	Distrito Federal	15° 42' 27"	48° 05' 34"	8261271	811612		
Água Mineral	agm	Mina	Distrito Federal	15° 36' 19"	48° 05' 23"	8272586	812095		
Água Mineral	agm	Mina	Formosa	15° 45' 46"	47° 44' 14"	8255394	206700		
Água Mineral	agm	Ocorrência	Anápolis	16° 13' 53"	49° 02' 11"	8204457	709882		
Água Mineral	agm	Ocorrência	Anápolis	16° 15' 08"	49° 01' 14"	8202135	715520		
Água Mineral	agm	Ocorrência	Anápolis	16° 09' 18"	49° 00' 41"	8212886	712636		
Água Mineral	agm	Ocorrência	Anápolis	16° 24' 10"	48° 57' 11"	8185401	718601		
Água Mineral	agm	Ocorrência	Anápolis	16° 12' 55"	49° 03' 28"	8206262	707611		
Água Mineral	agm	Ocorrência	Luziânia	16° 10' 43"	47° 56' 21"	8209053	185696		
Água Mineral	agm	Ocorrência	Luziânia	16° 03' 39"	47° 52' 25"	8222195	192530		
Água Mineral	agm	Ocorrência	Anápolis			8205300	721000	01/860353	Aut. Pesq.
Água Mineral	agm	Mina	Anápolis			8194950	725400	95/860582	Conc. Lavra
Água Mineral	agm	Ocorrência	Anápolis			8192500	727300	00/860368	Aut. Pesq.
Água Mineral	agm	Ocorrência	Anápolis			8189150	722450	01/860061	Aut. Pesq.
Água Mineral	agm	Mina	Anápolis			8202487	713375		
Água Mineral	agm	Jazida	Anápolis			8211500	715850	93/860393	Ped. Lavra
Água Mineral	agm	Mina	Anápolis			8187170	716801	64/6516	Conc. Lavra
Água Mineral	agm	Jazida	Novo Gama			8221700	816300	00/860066	Ped. Lavra
Água Mineral	agm	Ocorrência	Formosa			8282200	241700	99/860982	Aut. Pesq.
Água Mineral	agm	Jazida	Abadiânia			8226800	732650	95/861882	Ped. Lavra
Água Mineral	agm	Ocorrência	Abadiânia			8207900	758400	00/860035	Aut. Pesq.
Água Mineral	agm	Ocorrência	Abadiânia			8206500	760350	00/860036	Aut. Pesq.
Água Mineral	agm	Ocorrência	Santo Antônio Des-coberto			8236900	786600	00/860769	Aut. Pesq.
Água Mineral	agm	Ocorrência	Luziânia			8188550	818250	01/860009	Aut. Pesq.
Água Mineral	agm	Ocorrência	Distrito Federal			8272000	810000	00/860674	Aut. Pesq.
Água Mineral	agm	Ocorrência	Distrito Federal			8272550	810450	00/860673	Aut. Pesq.
Água Mineral	agm	Ocorrência	Distrito Federal			8225450	809800	00/860519	Aut. Pesq.
Água Mineral	agm	Mina	Distrito Federal			8273000	812000	94/860194	Conc. Lavra
Água Mineral	agm	Ocorrência	Distrito Federal			8275000	235850	00/860698	Aut. Pesq.
Água Mineral	agm	Ocorrência	Padre Bernardo			8268900	794500	00/860755	Aut. Pesq.
Água Mineral	agm	Mina	Distrito Federal			8269500	218450	95/860366	Conc. Lavra
Água Mineral	agm	Jazida	Distrito Federal			8253450	201850	93/860672	Ped. Lavra
Água Mineral	agm	Mina	Distrito Federal			8263500	222000	87/861203	Conc. Lavra
Água Mineral	agm	Mina	Distrito Federal			8255600	201850	83/860090	Conc. Lavra
Água Mineral	agm	Ocorrência	Distrito Federal			8259050	200550	00/861112	Ped. Pesq.
Água Mineral	agm	Ocorrência	Cidade Ocidental			8226700	189950	95/861442	Aut. Pesq.
Água Mineral	agm	Ocorrência	Distrito Federal			8223050	184750	01/860386	Aut. Pesq.
Água Mineral	agm	Ocorrência	Distrito Federal			8259750	218475	97/860681	Aut. Pesq.
Água Mineral	agm	Mina	Distrito Federal			8243750	198900	96/760819	Conc. Lavra
Água Mineral	agm	Mina	Distrito Federal			8232000	183650	96/760218	Conc. Lavra
Água Mineral	agm	Ocorrência	Distrito Federal			8132000	215500	00/860457	Aut. Pesq.
Água Mineral	agm	Jazida	Distrito Federal			8279100	243200	96/760844	Ped. Lavra

Tabela 4.6.B2 – Ouro

Substância	Símbolo	Status	Município	Latitude	Longitude	Lat. UTM	Long. UTM	DNPM	Regime
Ouro	Au	Garimpo	Corumbá de Goiás	15° 46' 30"	48° 45' 08"	8254661	740814		
Ouro	Au	Ocorrência	Corumbá de Goiás	15° 47' 22"	48° 36' 24"	8252891	756397		
Ouro	Au	Garimpo	Corumbá de Goiás	15° 47' 48"	48° 45' 48"	8252275	739598		
Ouro	Au	Garimpo	Corumbá de Goiás	15° 51' 29"	48° 45' 08"	8245468	740716		
Ouro	Au	Garimpo	Corumbá de Goiás	15° 49' 47"	48° 44' 50"	8248599	741285		
Ouro	Au	Garimpo	Cocalzinho de Goiás	15° 49' 56"	48° 37' 26"	8248176	754498		
Ouro	Au	Jazida	Luziânia	16° 13' 44"	48° 00' 49"	8203412	819276	861177	Ped. Lavra
Ouro	Au	Garimpo	Luziânia	16° 13' 54"	48° 01' 54"	8203133	817339		
Ouro	Au	Garimpo	Luziânia	16° 15' 04"	47° 53' 07"	8201107	191576		
Ouro	Au	Ocorrência	Luziânia	16° 14' 20"	47° 52' 21"	8202479	192924		
Ouro	Au	Ocorrência	Luziânia	16° 28' 28"	47° 25' 00"	8177033	241990		

Tabela 4.6.B3 – Cristal-de-Rocha

Substância	Símbolo	Status	Município	Latitude	Longitude	Lat. UTM	Long. UTM	DNPM	Regime
Cristal-de-Rocha	cr	Ocorrência	Cocalzinho de Goiás	15° 50' 16"	48° 38' 09"	8247576	753211		
Cristal-de-Rocha	cr	Garimpo	Cristalina	16° 47' 38"	47° 40' 14"	8141321	215341		
Cristal-de-Rocha	cr	Garimpo	Cristalina	16° 44' 55"	47° 39' 40"	8146348	216281		
Cristal-de-Rocha	cr	Garimpo	Cristalina	16° 46' 33"	47° 37' 17"	8143390	220558		
Cristal-de-Rocha	cr	Garimpo	Cristalina	16° 45' 20"	47° 34' 45"	8145694	225032		
Cristal-de-Rocha	cr	Garimpo	Cristalina	16° 42' 29"	47° 34' 12"	8150966	225942		
Cristal-de-Rocha	cr	Garimpo	Cristalina	16° 43' 58"	47° 53' 46"	8147751	191183		
Cristal-de-Rocha	cr	Garimpo	Cristalina	16° 46' 12"	47° 43' 11"	8143895	210060		
Cristal-de-Rocha	cr	Garimpo	Cristalina	16° 45' 57"	47° 49' 56"	8144188	198052		

rem em pequena quantidade. Está associado a fahla em rochas do Grupo Canastra.

#### 4.3.1.4 Rutilo

Apenas uma (01) ocorrência de rutilo foi cadastrada em Corumbá de Goiás **Tabela 4.6.B4**. De acordo com Thomé Filho (1994) na década de 30, ocorreu intensa extração de rutilo na região, sendo ele de excelente qualidade – mais de 95% de TiO<sub>2</sub>. Encontra-se primariamente disseminado em xistos do Grupo Canastra, com cristais bem formados e geralmente geminado em joelho.

#### 4.3.1.5 Chumbo

As duas ocorrências de chumbo na área do projeto situam-se no município de Luziânia, às margens do ribeirão Colônia (**Tabela 4.6.B4**). No local, Lacerda (1983) descreve uma ocorrência de chumbo-zinco, em bolsões carbonáticos decimétricos a centimétricos contidos em muscovita-quartzo xistos, quartzo xistos intemperizados e quartzitos ferruginosos do Grupo Canastra. Os sulfetos estão representados por galena, esfalerita, pirita, com calcopirita e pirrotita subordinadas, com valores geoquímicos de até 25 ppm de Pb, 1% de Zn e 55 g/t de Ag.

### 4.4 Bibliografia

BARBOSA, O. *et al.* Geologia e Inventário dos Recursos Minerais do Projeto Brasília - Relatório. Rio de Janeiro: PROSPEC/DNPM, 1969. 225 p.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Recursos minerais da área limitada pelos paralelos de 13°00' e 15°00' Latitude sul e meridianos de 46°00' e 49°30' Longitude oeste de Greenwich. [Goiânia]:[CPRM/DNPM], [1982?]. [Relatório Interno]

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral. Calcário na Região Centro-Oeste. Goiânia:DNPM, 1975. 19p.

HAGEMANN, S. G. The structure, petrology and geochemistry of the gold bearing Canastra phyllites near Luziânia-Goiás, Brasil. Brasília, 1988 (Univ. de Brasília - Departamento de Geociências).

JOHNSTON JR., W. D. Cristal-de-rocha em Cristalina, Estado de Goyaz. Rio de Janeiro: DF/DNP, 1944. 28p. (Avulso nº 57)

LACERDA FILHO, J. V.; REZENDE, Aurilene de; RIBEIRO FILHO, W. Gemas do Estado de Goiás. Goiânia: CPRM/SMET, 1998.

LACERDA FILHO, Joffre V. de; REZENDE, Abelson; SILVA, Aurelene da. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB. Geologia e Recursos Minerais do Estado de Goiás e Distrito Federal. Esc. 1:500.000. Goiânia: CPRM, 1999. (Conv. CPRM / METAGO S/A, UnB).

LACERDA, H. Nota sobre as ocorrências de chumbo e zinco no ribeirão Colônia-Luziânia-Goiás. Goiânia. SNG. Núcleo Centro-Oeste. Boletim Informativo, n.12, 1984.

MOTTA, José Francisco Marciano. *Projeto Pesquisa para Argila. Relatório preliminar*. Goiânia:CPRM, 1980. 37p. (Inédito)

OLIVEIRA, C. C. *et al.* Programa Nacional de Prospecção de Ouro. Área GO-05 - Luziânia - Goiás. [Rio de Janeiro]:CPRM, 1996.

PEDROSA, C. J. [Relatório Final de Pesquisa]. DNPM nºs 861177/79. Goiânia: Mineração Rio de Pedras, 1988. 4v.

SCHMALTZ, Walter Hugo *et al.* Os principais depósitos minerais da Região Centro-Oeste. Goiânia: DNPM, 1982. 255p.

THOMÉ FILHO, Jamilo José & OLIVATTI, Odair. Projeto Rochas Carbonáticas no Centro-Oeste Brasileiro. Goiânia:CPRM, 1980. v. 1 e 2.

DNPM – Plano Diretor de Mineração Para a Região Metropolitana de Fortaleza. Série Difusão tecnológica. N<sup>o</sup> 7. Brasília. 1998.

**Tabela 4.6.B4 – Rutilo e Chumbo.**

Substância	Símbolo	Status	Município	Latitude	Longitude	Lat. UTM	Long.UTM	DNPM	Regime
Argila (pisos e azulejos)		Jazida	Planaltina			8268450	247650	80/861154	Ped. Lavra
Argila (pisos e azulejos)		Jazida	Planaltina			82666100	249700	80/861595	Ped. Lavra
Caulim	c	Ocorrência	Luziânia	16° 06' 39"	47° 48' 47"	8216747	199089		
Chumbo	Pb	Ocorrência	Luziânia	16° 21' 16"	48° 03' 11"	8190003	783346		
Chumbo	Pb	Ocorrência	Luziânia	16° 15' 40"	47° 52' 21"	8200018	192924		
Fillito	fi	Ocorrência	Distrito Federal	15° 50' 52"	48° 09' 34"	8245835	804252		
Rutilo	rt	Ocorrência	Corumbá de Goiás	15° 55' 40"	48° 49' 35"	8237835	732689		

# 5 FORMAÇÕES SUPERFICIAIS – SUBSÍDIOS PARA PLANEJAMENTO

## 5.1 Introdução

A descrição e análise das formações superficiais assume grande importância em estudos geológicos e geomorfológicos aplicados ao planejamento territorial, pois o reconhecimento de suas características físicas e geomecânicas pode definir as limitações e as potencialidades de cada tipo de terreno frente a usos múltiplos.

Em função de tais características, foi possível caracterizar, na área, sete domínios assim expressos: Residual de granulitos e de intrusivas graníticas; Residual de xistos e quartzitos; Residual de siltitos, folhelhos, ardósias, metarenitos e metacalcários; Cobertura arenosa indiferenciada; Predomínio de rocha ou saprólito aflorante e Domínio das coberturas detrítico-lateríticas que mostram duas gerações distintas, uma de idade terciário-quadernária, correlacionável à Superfície de aplainamento Sul-Americana, de King (1956) e uma quadernária, correlacionável com o Ciclo Velhas, do mesmo autor. Um último domínio, inexpressivo, é o das Aluviões recentes.

Foi realizada uma análise de cada um dos domínios, voltada para ações de planejamento público, principalmente, para a ocupação urbana, uso agropecuário, implantação de obras viárias e disposição de rejeitos.

## 5.2 Definição e Análise Teórico-Conceitual

O conceito de Formações Superficiais, frequentemente utilizado por geógrafos e geólogos é amplamente aplicado por diversos profissionais que atuam nas áreas de Geomorfologia, Geologia de Engenharia, Pedologia, Estratigrafia e estudos do Quaternário, dentre outros. Este termo abrange toda a cobertura de material decomposto sobrejacente à rocha sã, podendo ser de gênese autóctone ou alóctone.

As formações superficiais de origem autóctone são representadas, basicamente, por solos

residuais e saprólitos intemperizados *in situ*. Na área de estudo foram definidas formações superficiais oriundas da alteração *in situ* de diversos conjuntos litológicos, sendo representadas por solos residuais de granulitos e ortognaisses; granitos; xistos e quartzitos; e siltitos, metarenitos, folhelhos e calcários. Foram definidas também extensas áreas com predomínio de rocha aflorante (neste caso os solos tendem a ser delgados ou foram decapitados por fenômenos erosivos exposto, assim, o saprólito (horizonte C), ou mesmo, a rocha sã).

A partir do momento que esses mantos de alteração sofrem ação de processos erosivo-deposicionais, passam a constituir coberturas alóctones, genericamente denominados de “solos transportados”. O tipo de processo envolvido na remoção do manto intempérico autóctone e deposição em posição topográfica inferior é de fundamental importância para o entendimento das formações superficiais alóctones. Neste contexto, a predominância de processos gravitacionais (movimentos de massa *latu sensu*) tende a gerar depósitos de tálus, colúvios e cones de dejeção. Por outro lado, a maior influência de processos hidro-erosivos (erosão laminar, ravinamentos e voçorocamentos) tende a produzir leques aluviais, rampas alúvio-coluvionares e planícies fluviais. Na área de estudo, foram definidas as seguintes formações superficiais alóctones: aluviões e uma cobertura arenosa indiferenciada de idade pleistocênica.

Além dos processos intempéricos e erosivos-deposicionais, de grande relevância para a origem das formações superficiais, há de se destacar também os processos de natureza geoquímica/pedológica, de fundamental interesse para compreender a gênese das coberturas detrítico-lateríticas que ocupam vastas porções dos chapadões semi-úmidos do Planalto Central Brasileiro. Na área de estudo, foram definidas duas gerações de coberturas detrítico-lateríticas: uma



de idade terciário-quaternária, Terciário-Quaternária, correlacionável à Superfície de aplainamento Sul-Americana de King (1956); e a segunda de idade quaternária, menos desenvolvida, ocupando posições mais rebaixadas do relevo, resultantes do desdobramento da superfície acima citada.

### 5.3 Características Gerais dos Domínios

Na área, foram observados quatro domínios principais, com características próprias: Residual de granulitos e de Intrusivas graníticas; Residual de xistos e quartzitos; Domínio dos siltitos, metarenitos e calcários; e, Domínio da Cobertura Arenosa Indiferenciada. Um domínio inexpressivo, das Aluviões recentes, é também observado.

O Domínio Residual de granulitos e de Intrusivas graníticas caracteriza-se por um relevo de colinas amplas e suaves, com declividades baixas (entre 0-10%) tendendo ao aplainamento. As rochas afloram principalmente nas drenagens e os solos são bastante espessos e extremamente profundos, bem desenvolvidos e drenados, resultantes de intensa ação intempérica química. Em determinados locais podem atingir até 15m de espessura. Apresentam textura predominantemente argilo-arenosa, baixa erodibilidade e cor vermelha. Ocorrem predominantemente nas proximidades da cidade de Anápolis a qual foi edificada sobre esta unidade.

No Domínio Residual de xistos e quartzitos o relevo, onde predomina o xisto, é colinoso, localmente com morros dissecados, com solos de com espessura entre 1 e 5m, com textura argilo-arenosa e baixa permeabilidade. Onde predomina o quartzito, o relevo caracteriza-se por alinhamentos de serras com vertentes íngremes; os solos são pouco espessos (inferior a 2m), com textura arenosa, pedregosos, localmente friáveis devido a presença de sericita. Este domínio ocorre de forma espalhada na região, ocupando extensas porções das bacias dos rios São Marcos, Maranhão e Corumbá e áreas restritas das bacias dos rios São Bartolomeu e São Gonçalo.

O Domínio Residual de siltitos, metarenitos, folhelhos, ardósias e calcários; apresenta relevo tabular ou com colinas amplas e suavizadas onde predominam os siltitos e metarenitos, com solos pouco espessos, de textura siltico-arenosa, pouco permeáveis. Nas regiões onde afloram rochas carbonáticas o relevo caracteriza-se por morrotes isolados, altos, curtos, com encostas de declividades moderadas a altas e com muitos afloramentos de rocha fresca. Este domínio ocupa, de forma disseminada, apenas áreas restritas da região,

sendo um pouco mais expressivo na bacia do rio Preto e no rebordo do planalto do Distrito Federal.

Por fim o Domínio da Cobertura arenosa indiferenciada apresenta relevo plano, com declividade muito baixa (entre 0 e 5%), capeando extensas superfícies de aplainamento, sem afloramentos, composto por solo areno-argiloso inconsolidado, de cor cinza, vermelha ou amarela e sem estruturas sedimentares. Este domínio abrange extensas porções das bacias dos São Marcos e Preto, com destaque para a região do vale do rio Samambaia, disposta numa faixa alongada de direção norte-sul.

Destacam-se, também, as extensas áreas mapeadas com Predomínio de rocha ou saprólito aflorante ocupando aproximadamente, metade da área do projeto. Consiste em terrenos de morros dissecados ou áreas serranas, com intensa atuação de processos morfogenéticos, com solos delgados ou decapitados por fenômenos erosivos, expondo o saprólito (horizonte C), ou mesmo a rocha sã. Destacam-se grande parte das bacias dos rios Corumbá e Maranhão, o vale do rio São Bartolomeu, a depressão intermontana do rio Verde e o domo de Cristalina.

Também ocupando extensas áreas, as Coberturas detrito-lateríticas estão, invariavelmente, posicionadas nas chapadas elevadas de toda a região abrangendo, em especial, vastas porções do planalto do Distrito Federal e das bacias dos rios Preto e São Marcos.

O domínio menos relevante é o das Aluviões *recentes*, em vales de rios e de cursos de água menores, sendo as áreas mais expressivas localizadas ao longo dos rios Samambaia, São Marcos, Preto e Bezerra, no leste da área.

### 5.4 Ocupação Urbana

#### 5.4.1 Características a Serem Consideradas

Para a implantação de projetos e planos diretores urbanos é de suma importância que os planejadores, conquanto contemplem a baixa fragilidade dos terrenos desses domínios para a ocupação urbana, considerem ainda que:

– o Domínio dos Residuais de granulitos e de intrusivas graníticas, apresenta fragilidade baixa a moderada devido as características do relevo e dos solos profundos, evoluídos, predominantemente argilosos, caracterizando baixa potencialidade para movimentos de massa e baixo potencial erosivo.

– por serem argilosos e profundos apresentam profundidade adequada a depuração de contaminantes, com baixa vulnerabilidade aos polu-

entes gerados pela ocupação urbana. Estes solos também podem ser utilizados como fonte para material de aterro.

- embora os solos sejam geralmente muito profundos e desenvolvidos, com depósitos pouco consolidados que sugerem facilidades de corte no terreno, na escavação de obras que necessitem de escavações mais profundas, não deve ser descartada a possibilidade de que movimentos tectônicos tenham alçado blocos de rocha fresca à pequenas profundidades, com conseqüente resistência ao corte.

Onde predomina o domínio de xistos, as rochas apresentam uma resistência maior ao intemperismo químico e os solos são pouco profundos; o relevo é formado por colinas e morros dissecados. Em geral os solos apresentam espessuras variáveis entre 1 e 5m, sendo muito argilosos e micáceos, de baixa permeabilidade o que favorece a dissecação fluvial e a erosão laminar. A fragilidade é, portanto, moderada a alta.

- no Domínio da Cobertura Arenosa Indiferenciada os solos são pouco consolidados e portanto de fácil corte. Sendo alçados em relação aos terrenos vizinhos e bastante permeáveis, constituem área de recarga de aquíferos e por isso devem ser tratados com muito cuidado para não servir de condutor da poluição para a água subterrânea.

- devido a alta permeabilidade, a construção de fossas certamente colocará os detritos em contato direto com as águas do subsolo.

- por serem sedimentos pouco consolidados, apresentam fragilidade moderada a alta; as edificações de qualquer tipo, nestas áreas, poderão sofrer trincamentos e desestabilização das fundações devido a compactação dos sedimentos.

- o domínio das coberturas detrito-lateríticas é representado por um terreno aplainado, com baixas declividades e solos bastantes drenados e permeáveis. Sobre os mesmos se assentam os principais núcleos urbanos ao redor de Brasília. Embora sejam terrenos estáveis, em seu estado natural, a retirada da crosta laterítica, comum em obras de loteamentos, pode desestabilizar o perfil do solo, acarretando sérios problemas erosionais. A alta permeabilidade do solo implica também em alta fragilidade à contaminação de recursos hídricos.

#### 5.4.2 Problemas Constatados

Dentre os problemas constatados com relação à urbanização destacam-se:

- intensos processos erosivos devido a eliminação da vegetação e cobertura laterítica por

conta de obras de terraplanagem para loteamentos sem o emprego de medidas preventivas (Ex: Alexânia, oeste da área).

- poluição das águas superficiais e subterrâneas devido a falta de saneamento básico e por fossas em contato com o lençol freático. Como os núcleos urbanos localizam-se em áreas de cabeceira de drenagem, com baixas vazões, existe alta suscetibilidade à contaminação.

- esgotos domésticos lançados diretamente (sem tratamento) na rede de drenagem (exemplo: córrego Melchior, a oeste de Taguatinga, centro da área).

- arruamentos construídos aleatoriamente e sem revestimento para proteger o solo da erosão têm provocado profundos ravinamentos e assoreamento dos canais de drenagem. (Ex: Recanto das Emas, centro da área).

- lixões e cemitérios localizados em locais inadequados próximos às drenagens e residências. Disposição de lixo em ravinas e voçorocas favorece o espalhamento da contaminação durante as enxurradas.

- situação de risco em loteamentos implantados aleatoriamente em áreas com altas declividades (condomínios próximos a Brasília).

- fossas domésticas construídas em locais inadequados, provocando contaminação do lençol freático e provocando doenças nos moradores locais.

- crescimento desordenado das cidades satélites, sem um estudo prévio do terreno, com conseqüências danosas a flora, fauna e principalmente nascentes de drenagens formadoras das áreas de captação de águas para o abastecimento do Distrito Federal e Entorno. (exemplo: Águas Lindas, Samambaia, Recanto das Emas).

#### 5.4.3 Recomendações

Grande parte da área do projeto apresenta características favoráveis do meio físico para o adensamento urbano, desde que sejam tomados cuidados como:

- preservar a vegetação das margens das drenagens, para evitar o assoreamento das mesmas.

- preservar as áreas de fundo de vales, destinando-as como áreas de lazer.

- controlar e fiscalizar a construção de fossas sépticas para que não contaminem o lençol freático.

- manter livres e protegidas as áreas de recarga dos aquíferos subterrâneos evitando a impermeabilização excessiva que impeça a percolação das águas.

– evitar a edificação nas encostas de colinas e morros.

– efetuar estudos geotécnicos nas obras que necessitem de fundações e escavações profundas.

– a região onde ocorrem as serras de quartzitos deve ser destinada em princípio para preservação ambiental ou atividades de ecoturismo. A região, devido a seus atrativos naturais, tem grande potencial turístico. A criação da APA e do Parque estadual da Serra dos Pirineus é uma iniciativa nesse sentido. As atividades de mineração do quartzito que se desenvolvem na região devem seguir normas de controle ambiental.

– considerar que nas áreas onde ocorrem rochas carbonáticas existem muitas lavras em atividade, o que por si só já é o suficiente para limitar a urbanização. Além disso, as lavras são realizadas a céu aberto, com o uso de explosivos e caminhões de grande porte para o transporte do minério. Em razão disso não se recomenda a urbanização dessas áreas, enquanto perdurar o processo de exploração.

## 5.5 Uso Agropecuário

### 5.5.1 Características a Serem Consideradas

Na implantação de projetos de utilização dos solos para fins agrícolas e/ou uso pecuário, é importante que os planejadores levem em consideração cada tipo de solo, caracterizando sua fragilidade para essa forma de uso. Para tanto, na área do projeto, é necessário que se considerem os seguintes aspectos do meio físico.

No domínio dos granulitos, devido a declividade baixa, solos pouco compactados, predominantemente argilosos, férteis, de baixa erodibilidade quando manuseados adequadamente e de baixa pedregosidade, as áreas são facilmente manuseáveis por meios mecânicos e portanto favoráveis à prática da agricultura mecanizada.

Por serem solos profundos e bastante evoluídos, podem ser também bastante lixiviados nos níveis superficiais, e, por conseqüência, empobrecidos em nutrientes e enriquecidos em alumínio e ferro (solos laterizados). Devido a natureza argilosa deve-se considerar que esses solos são muito aderentes, quando molhados, e tornam-se duros e compactados quando mecanizados intensamente.

No domínio dos xistos e quartzitos, principalmente nas serras de quartzito onde a declividade das encostas é alta, os solos são pouco espessos e a freqüente presença de blocos e matacões tornam praticamente impossível a agricultura me-

canizada. Além disso os solos são bastante arenosos e pobres em nutrientes. São áreas que devem ser destinadas para proteção ambiental.

Nos terrenos onde predominam os xistos, os solos também não são muito espessos, são argilo-arenosos com muita mica e ferruginosos; o relevo é colinoso por vezes bastante acentuado não sendo bons para a agricultura, adaptando-se melhor para a pecuária.

Nas regiões onde predominam os solos de siltitos, folhelhos, ardósias, e metarenitos e calcários, ocorrem situações diversas.

Na área de predomínio de rochas carbonáticas os solos são pouco espessos e menos evoluídos, portanto menos lixiviados e logo mais férteis. No entanto, devido a presença de blocos e matacões dispersos irregularmente e em função da declividade moderada a alta desses terrenos, deve-se levar em conta que essas características podem dificultar a mecanização dos solos.

O substrato rochoso é muito fraturado e existem dolinas e sumidouros de drenagens, o que faz com que essas áreas sejam bastante percolativas e por isso, vulneráveis aos poluentes agrícolas.

Devido a baixa capacidade armazenadora das rochas associadas e a infiltração e dispersão rápida das águas das chuvas, as drenagens podem secar rapidamente nos períodos secos.

Onde predominam os siltitos e metarenitos os solos são argilo-arenosos a areno-argilosos, pouco profundos, lixiviados, com relevo por vezes colinoso suave. Embora pobres, são favoráveis à agricultura mecanizada e pastagens.

Localmente, principalmente no planalto dissecado do alto rio Maranhão, o relevo é muito acidentado, com vales profundos, encaixados e vertentes sulcadas, impossibilitando os processos de mecanização. Além disso, são altamente suscetíveis a processos de erosão e movimentos de massa.

No Domínio da Cobertura Arenosa Indiferenciada pode-se observar as seguintes condições:

– devido a baixa declividade, solos pouco compactados e de baixa pedregosidade, as áreas deste domínio são facilmente manuseáveis por maquinários e, portanto, favoráveis à prática da agricultura mecanizada;

– a baixa densidade de relevo e o baixo número de canais de drenagem indicam que são áreas de baixa erosão hídrica;

– os terrenos apresentam permeabilidade alta e o solo é areno-argiloso, empobrecido e laterizado (rico em alumínio e ferro).

– devido a predominância de camadas sedimentares com baixa capacidade de armazenamento, o sistema de drenagem é muito influencia-

do pela periodicidade climática e podem secar nos períodos de estiagem, podendo ocorrer deficiência de água para irrigação nos períodos de longas secas.

– deve-se considerar para toda a região que a umidade, de muito baixa a moderada, é muito influenciada pela variação climática devido a evapotranspiração.

### 5.5.2 Problemas Constatados

Dos problemas constatados, com relação ao uso agropecuário dos solos, na área do projeto, verificou-se que:

– no Domínio da Cobertura Arenosa Indiferenciada, pratica-se intensamente o cultivo irrigado ou não de milho, soja, algodão, feijão e sorgo. Apesar de altamente produtivo, este tipo de cultura exige a aplicação intensiva de adubos, e defensivos altamente poluentes. Esse domínio, pelas suas condições topográficas, característica do sistema de drenagem e devido ao solo bastante permeável, apresenta alta favorabilidade à recarga dos aquíferos locais. Essas águas certamente carregam alta taxa de poluentes agrícolas, podendo contaminar o lençol freático e a rede de drenagem. Neste trabalho não foi avaliado o impacto dessa atividade, mas com certeza ela está comprometendo a qualidade das águas da região, e que se não for controlada poderá gerar danos ambientais e para a saúde da população que utiliza essa água.

– outro fato relevante é o desmatamento excessivo das margens das drenagens e fundos de vales, favorecendo a erosão e o conseqüente assoreamento dos rios.

– as queimadas, muito comuns nos períodos mais secos, realizadas sem os devidos cuidados, como ausência de aceiros, torna-se um agente degradador do meio ambiente com impactos não apenas locais como também regionais.

– a utilização intensa de maquinários pesados sobre os solos argilosos e com alta capacidade de compactação possibilita a formação de uma crosta subsuperficial muito endurecida e compactada, tornando-se impermeável e diminuindo a capacidade de recarga dos aquíferos. Ela ainda age como uma superfície que facilita o rápido escoamento das águas pluviais e conseqüente remoção dos solos menos compactados.

– o uso generalizado e sem controle de pivôs centrais, principalmente na região do vale do Pamplona, poderá acarretar falta de água nas propriedades situadas mais a jusante das drenagens que foram barradas para a obtenção de água suficiente para o abastecimento dos pivôs.

### 5.5.3 Recomendações

Em razão das características do meio físico e considerando a importância ambiental que as áreas atualmente cultivadas têm para a região, na elaboração de projetos agropecuários, recomenda-se que sejam tomados os seguintes cuidados:

– analisar o grau de interferência da prática agrícola na qualidade das águas e tomar medidas que controlem o uso excessivo de adubos e defensivos poluentes.

– conforme a região, incentivar e priorizar a prática da agricultura orgânica, principalmente no que diz respeito ao cinturão verde que abastece de hortaliças o Distrito Federal e as cidades do Entorno.

– incentivar o reflorestamento, pastagens e sítios de lazer em regiões em que a poluição pode afetar a população.

– exigir que seja preservada a vegetação primária ainda existente nas margens das drenagens e reflorestar com espécimes nativas aquelas já desmatadas, pois elas funcionam como barreiras naturais para a contenção do fluxo de sedimentos e da poluição dos mananciais hídricos superficiais.

– exigir a utilização de técnicas conservacionistas do solo, visando diminuir o fluxo de sedimentos para as drenagens e o depauperamento dos solos.

– instruir os agricultores para que preservem as áreas com declives mais acentuados para reflorestamento.

– promover campanhas educativas visando a alertar e ensinar os agricultores sobre a fragilidade e a importância ambiental e hidrológica desses terrenos.

– nas regiões com terrenos mais acidentados e com possibilidades de movimento de massas, coibir sua utilização para a agropecuária e, se não for possível, planejar e restringir a utilização a pequenas parcelas associadas aos sopés de encostas e fundos de vale, adotando técnicas conservacionistas que minimizem os problemas da erosão.

– controlar, fiscalizar, coibir e exigir cuidados especiais nas queimadas.

– controlar a implantação excessiva de pivôs centrais, realizando estudos de viabilidade de implantação e estudos de vazões das drenagens utilizadas para esse fim.

– fiscalizar e coibir o uso excessivo de água nos pivôs centrais através de estudos dirigidos à necessidade de água da cultura a ser irrigada, verificando também a quantidade de água que deverá ser distribuída para as propriedades situadas a jusante.

## 5.6 Implantação de Obras Viárias

### 5.6.1 Características a Serem Consideradas

Na elaboração de projetos visando a implantação de obras viárias nos terrenos que ocorrem na área do Projeto ZEE RIDE Brasília – Fase I, os planejadores devem considerar as características do meio físico de cada domínio e levar em conta os seguintes aspectos.

Prever dificuldades na operação de maquinários nos domínios onde o solo é argiloso, muito aderente e plástico devido ao emplastamento.

Nas regiões onde predomina a Cobertura Arenosa Indiferenciadas e nos chapadões, o relevo é suave, com baixos desníveis altimétricos e baixa densidade de drenagem, motivos pelos quais esses terrenos exibem baixo potencial para movimentações de massas e apresentam baixa resistência ao corte; assim, devemos considerar que não exigirão a construção de muitos aterros, pontes, cortes de taludes, sendo por isso, favoráveis à implantação de obras viárias.

Nas áreas onde ocorrem rochas carbonáticas existem muitas cavidades subterrâneas (grutas) como mostram as dolinas e sumidouros de drenagem que ocorrem na região. Nestes locais deve-se atentar para o fato de que poderão ocorrer subsidências bruscas (colapsos) quando de tráfego muito pesado.

Como o material de alteração das rochas carbonáticas é muito argiloso, aderente e escorregadio, principalmente quando molhado, deve-se prever o emplastamento dos maquinários durante os períodos chuvosos. O mesmo ocorrendo no domínio das rochas granulíticas.

Com relação às áreas com relevo montanhoso, declividade alta, altos desníveis altimétricos, deve-se considerar que são terrenos instáveis e sujeitos a grandes movimentações de massas. Este risco aumenta nas zonas tectonizadas e com alta densidade de planos estruturais verticalizados (fraturas e xistosidade). Esses terrenos apresentam características que favorecem os processos de deslizamentos, portanto, os cortes das obras viárias devem ser ortogonais à direção dos referidos planos.

Ainda nesses terrenos, a existência de grutas profundas lhes conferem alto potencial erosivo e ainda necessariamente ter-se-á de intervir em um grande número de canais de drenagem, aterros e obras de contenção de encostas o que implica em dificuldades operacionais e grande gastos para sua construção.

No domínio dos xistos, a densidade de planos estruturais é muito alta e dispostos em várias

direções e com mergulhos variáveis. Nestes locais, deve-se prever que a malha viária em determinados pontos, ficará em posição desfavorável a esses planos. Nestes casos, os taludes dos cortes ficarão propensos a instabilidade natural e necessitarão de obras de contenção.

Como os solos no domínio dos xistos e quartzitos é pouco espesso, deve-se prever a necessidade de muitos cortes em rocha de difícil desmonte, inclusive com o uso de explosivos.

Os solos do domínio dos granulitos, por serem evoluídos, servem como fonte de matéria prima para a construção de aterros, pois são estáveis e com boa capacidade de compactação. O mesmo ocorre com as inúmeras coberturas lateríticas existentes na área.

Nas áreas onde predominam os quartzitos, os solos são bastante friáveis e pouco compactados e a infiltração das águas das chuvas poderá acarretar pequenos colapsos, ruptura de taludes e ravinamento.

### 5.6.2 Problemas Constatados

Dentre os impactos negativos constatados devido a implantação de obras viárias realizadas sem considerar as características do meio físico citadas e sem tomar os cuidados técnicos exigidos, destacam-se:

- presença de processos erosivos em locais em que o solo está desprotegido de revestimento ou revegetação.
- a retirada inadequada de material de empréstimo e abandono do local sem obras de proteção contra a erosão provocam escorregamentos e entulhamento dos vales próximos.
- vários deslizamentos de taludes em cortes de estrada em razão da falta de obras de revestimento.
- pontes danificadas devido a acomodação de blocos e a força das águas no período chuvoso.
- voçorocamento nas encostas devido a concentração de águas de escoamento superficial.
- estradas locais muito próximas a dolinas.
- escorregamento de taludes em locais onde a rodovia foi implantada em posição desfavorável em relação à foliação e às fraturas das rochas xistosas.

### 5.6.3 Recomendações

Na elaboração de projetos que objetivam a implantação de obras viárias na região ora em estudos recomenda-se:

– eliminar os efeitos do escoamento das águas superficiais (erosão), através de uma cobertura vegetal adequado nos locais atingidos. Para eliminar os efeitos de escoamento das águas superficiais (erosão), recomenda-se que nos locais atingidos seja feita uma cobertura vegetal adequada.

– evitar cortes em locais que exponham a transição solo/rocha.

– drenar os taludes com surgência de água para melhorar a estabilidade.

– não executar obras de cortes e aterros durante o período das chuvas.

– tomar muito cuidado com as zonas de movimentação tectônica (falhas, fraturas) pois são zonas instáveis e podem constituir-se em planos de deslizamentos.

– dimensionar corretamente as obras de arte, principalmente as pontes, pois no período chuvoso as corredeiras são fortes e transportam muito material rochoso e troncos.

– que o traçado seja planejado de acordo com o relevo, evitando-se que as rampas contenham solos coluvionares.

– dotar as obras de terraplanagem, cortes e aterros de revestimento logo após sua execução.

– na região das rochas carbonáticas evitar áreas muito próximas à dolinas.

– realizar estudos geológicos e geotécnicos detalhados que informem as condições subterrâneas locais do terreno.

– nos terrenos xistosos evitar o traçado em posição desfavorável em relação aos planos estruturais. Não usar o material de alteração das rochas para aterros, pois é um material muito micáceo.

## 5.7 Disposição de Rejeitos

### 5.7.1 Características a Serem Consideradas e Recomendações

Nos projetos visando a seleção de áreas para a disposição de rejeitos, os planejadores devem levar em consideração as características do meio físico do local, atentando para os seguintes pontos:

Os parâmetros de avaliação devem ser definidos a partir de características do meio físico (rocha, solo, recursos hídricos superficiais sub-superficiais e subterrâneos), aspectos de ocupação e uso do solo e aspectos socioeconômicos. As características do meio físico devem ser consideradas em função de sua relevância para a proteção do meio ambiente em relação aos riscos de contaminação por disposição de resídu-

os. Os demais aspectos devem levar em consideração o grau de incômodo que a atividade causa à população.

Os parâmetros relativos à avaliação do solo baseiam-se nas suas características físicas, nas condicionantes de infiltração e/ou percolação das águas de drenagem da área de disposição, no tempo de escoamento destas águas no perfil pedológico e na sua erodibilidade.

No caso dos recursos hídricos, os parâmetros são subdivididos em: recursos hídricos superficiais, subsuperficiais e subterrâneos. Nos dois primeiros, devem ser selecionados respectivamente, a distância dos cursos de água e a profundidade do lençol freático, em função do risco de contaminação direta dos mananciais de água, por água por escoamento superficial e por infiltração. Para os recursos hídricos subterrâneos deve-se considerar as características do substrato rochoso, que condiciona a passagem e o acúmulo de água no subsolo e a potencialidade do aquífero para a preservação de sua utilização.

Nos parâmetros de uso e ocupação do solo devem ser considerados os usos atuais das áreas pré-selecionadas, levando-se em conta a importância desses usos para a população atingida e suas condições para disposição de lixo. Também deve ser avaliada a capacidade de utilização das áreas de acordo com a geração de lixo e a sua distância de núcleos populacionais, visando controlar os transtornos causados à população por essa atividade. As áreas com atividades de mineração e as áreas já degradadas por disposição inadequado do lixo, também devem ser contempladas quanto ao seu uso, considerando a potencialidade para a atividade e as condições ambientais em seu entorno.

Em relação aos parâmetros socioeconômicos, devem ser selecionadas: a vida útil para a atividade e a distância de núcleos populacionais, tendo em vista a área a ser impactada, o grau de incômodo que irá causar à população e os custos de infra-estrutura necessários para a implantação do empreendimento.

### 5.7.2 Critérios Recomendados para a Seleção de Áreas para a Implantação de Aterros Sanitários

Segundo a ABNT (1993), os critérios eliminatórios e seletivos para a seleção de uma área destinada à implantação de aterro sanitário são:

Eliminatórios:

- Distância do centro produtor de lixo - 4 a 10 km.
- Distância de moradias > 500m.

- Distância de cursos de água, alagados, reservas > 400m.

- Profundidade do lençol freático > 5 metros.

- Distância de poços > 400m.

- Distância de zonas propensas a riscos geológicos e hidrogeológicos (erosão, escorregamentos, colapsos, falhas, fraturas abertas, etc.).

Seletivos:

- Compatibilidade com usos atuais e futuros.

- Distância da via rodoviária mais próxima < 2km (devido ao custo de implantação).

- Topografia do terreno - preferência para áreas de relevo suave: 2 a 5% de inclinação.

- Disponibilidade do material de empréstimo: distância economicamente viável.

- Adequação das características do material de empréstimo: solo argilo-arenoso ou areno-argiloso, permeabilidade muito baixa pós-compactação.

- Capacidade (vida útil do terreno): > 5 anos.

- Direção dos ventos: de preferência cidade-aterro.

- Cortina vegetal.

- Valorização da terra: baixa.

- Aceitação da população e de entidades ambientais não-governamentais.

- Uso e ocupação das terras: de preferência áreas devolutas ou pouco utilizadas.

- Menor potencial para a geração de impactos ambientais.

Como se observa, com relação às unidades de formações superficiais, fazem parte dos critérios eliminatórios, as áreas cujo lençol freático seja raso, bem como as áreas propensas a riscos geológicos e hidrogeológicos (erosão, escorregamentos, colapsos, falhas, fraturas abertas, etc.).

Como critério seletivo, os terrenos devem apresentar relevos suaves, 2-5% de inclinação, havendo disponibilidade de material de empréstimo.

O Domínio Residual de granulitos e de intrusivas graníticas, mostra baixas declividades, com solos espessos, mostrando disponibilidade de material de empréstimo e freático profundo. Apre-

sentam também baixa erodibilidade, sendo portanto áreas sem maiores problemas para a construção de aterros sanitários.

O domínio Residual de xistos e quartzitos, mostra relevo colinoso, com solos rasos e friáveis, apresentando dificuldades para a construção de aterros sanitários.

O domínio Residual de siltitos, folhelhos, ardósias, metarenitos e calcários tem relevo tabular ou de colinas suaves, localmente de morros isolados nas rochas calcárias. O solo é raso, pouco permeável. Apesar da carência de material de empréstimo, não mostram maiores problemas para a construção de aterros sanitários, exceto, localmente, onde ocorrem rochas calcárias.

As áreas com Predomínio de saprólito e rocha aflorante, mostram relevo acentuado, com solos rasos ou inexistentes; falhas, fraturas e foliações metamórficas estão generalizadamente distribuídas. São áreas com problemas para a implantação de aterros sanitários, pelo relevo, pela carência de material de empréstimo e pela heterogeneidade e estruturação do substrato.

As Coberturas arenosas indiferenciadas, apesar da topografia plana e disponibilidade de material de empréstimo construção de aterros sanitários, mostram extrema permeabilidade, erodibilidade e baixa capacidade de carga, logo com problemas para a disposição de rejeitos.

As Coberturas detrito-lateríticas, são planas, estáveis em seu estado natural, com boa capacidade de carga e freático profundo. Não mostram-se problemáticas para a implantação de aterros sanitários, apesar da intensa ocupação urbana e agrícola.

Por fim, as Aluviões recentes, são totalmente desfavoráveis para a disposição de rejeitos pelo fato de serem áreas alagáveis, com freático raso e altamente permeáveis.

## 5.8 Bibliografia

ABNT - 1993 - Projeto de Norma 001.603.06-006.

KING, L. C. A. Geomorfologia do Brasil Oriental. Revista Brasileira de Geociências, Rio de Janeiro, n.2, 1956, p.174-265.

# MAPAS TEMÁTICOS

---













## Endereços da CPRM – Serviço Geológico do Brasil

### **Sede**

SGAN - Quadra 603 - Modulo I - 1º andar  
CEP: 70830-030 - Brasília - DF  
Tel.: (0xx61) 426-5252 Fax: (0xx61) 225-3985  
e-mail: cprmsede@aneel.gov.br

### **Escritório Rio de Janeiro**

Av. Pasteur, 404 - Praia Vermelha  
CEP: 22290-240 - Rio de Janeiro - RJ  
Tel.: (0xx21) 2546-0032 Fax: (0xx21) 2295-6347  
e-mail: cprm@rj.cprm.gov.br

### **Superintendência Regional de Manaus**

Av. André Araújo, 2160 - Aleixo  
CEP: 69060-001 Manaus - AM  
Tel.: (0xx92) 663-5614 Fax: (0xx92) 663-5531  
e-mail: suregma@cprm-ma.gov.br

### **Superintendência Regional de Belém**

Av. Dr. Freitas, 3645 - Bairro do Marco  
CEP: 66095-110 - Belém - PA  
Tel.: (0xx91) 276-8577 Fax: (0xx91) 276-4020  
e-mail: cprmbe@cprm-be.gov.br

### **Superintendência Regional de Recife**

Av. Sul, 229 - Afogados  
CEP: 50770-011 - Recife - PE  
Tel.: (0xx81) 3428-0623 Fax: (0xx81) 3228-4756  
e-mail: cprm@fisepe.pe.gov.br

### **Superintendência Regional de Salvador**

Av. Ulysses Guimarães, 2862 - Sussuarana  
Centro Administrativo da Bahia  
CEP: 41213-000 - Salvador - BA  
Tel.: (0xx71) 230-9977 Fax: (0xx71) 371-4005  
e-mail: cprmsa@cprmba.gov.br

### **Superintendência Regional de Belo Horizonte**

Av. Brasil, 1731 - Bairro Funcionários  
CEP: 30140-002 - Belo Horizonte - MG  
Tel.: (0xx31) 3261-0391 Fax (0xx31) 3261-5585  
e-mail: cprmbh@cprmbh.gov.br

### **Superintendencia Regional de Goiânia**

Rua 148 nº 485 - Setor Marista  
CEP: 74170-110 - Goiânia - GO  
Tel.: (0xx62) 281-1522 Fax: (0xx62) 281-1709  
e-mail: cprmggo@zaz.com.br

### **Superintendência Regional de São Paulo**

Rua Costa, 55 - Consolação  
CEP: 01304-010 - São Paulo - SP  
Tel.: (0xx11) 3333-4721 Fax: (0xx11) 3333-6444  
e-mail: cprmsp@cprm.gov.br

### **Superintendência Regional de Porto Alegre**

Rua Banco da Província, 105 - Santa Teresa  
CEP.: 90840-030 - Porto Alegre - RS  
Tel.: (0xx51) 3233-7311 Fax: (0xx51) 3233-7772  
e-mail: cprm\_pa@portoweb.com.br

### **Residência de Fortaleza**

Av. Santos Dumont, 7700 - 1º/4º andar - Papicu  
CEP: 60150-163 - Fortaleza - CE  
Tel.: (0xx85) 265-1288 Fax: (0xx85) 265-2212  
e-mail: cprm.refo@veloxmail.com.br

### **Residência de Porto Velho**

Av. Lauro Sodré, 2561 - Tanques  
CEP: 78904-300 - Porto Velho - RO  
Tel.: (0xx69) 223-3544 Fax: (0xx69) 221-5435  
e-mail: cprmrepo@enter-net.com.br

### **Residência de Teresina**

Rua Goiás, 312 - Sul - Ilhotas  
CEP : 64001-570 - Teresina - PI  
Tel.: (0xx86) 222-4153 Fax: (0xx86) 222 -6651  
e-mail: cprm@reste.gov.br

## FOTOS

### **Foto da Capa – Pedra do Sol - Localizada a 8,5km a nordeste de Cristalina (GO).**

Autor: Antônio Augusto Soares Frasca

### **Contra Capa:**

#### **Foto 1 – Cava para extração de areia abandonada após a lavra.**

Município de Cristalina (GO)  
Autor: Gilberto Scislewski

#### **Foto 2 – Draga de extração de areia aluvionar no rio Corumbá.**

Município de Luziânia (GO)  
Autor: Gilberto Scislewski

#### **Foto 3 – Amostragem geoquímica executada pela equipe do projeto no córrego Pamplona.**

Município de Luziânia (GO)  
Autor: Eric Santos Araújo

#### **Foto 4 – Salto do Corumbá na serra Olho d'Água.**

Município Corumbá de Goiás (GO)  
Autor: Marcelo Eduardo Dantas

#### **Foto 5 – Canal do rio Macacos - estrada Águas Lindas - Corumbá de Goiás.**

Município de Corumbá de Goiás (GO)  
Autor: Gilberto Scislewski

